

КОРРЕЛЯЦИЯ ГЖЕЛЬСКИХ И НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ УРАЛА

© 2012 г. В. В. Черных

Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, пер. Почтовый., 7
E-mail: chernykh@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 19.04. 2012 г.

Выполнена корреляция уральских разрезов гжельских и нижнепермских отложений с одновозрастными образованиями США, Канады, Боливии, Китая, Кореи, Ирана.

Ключевые слова: корреляция, зональная шкала, гжельский ярус, ассельский ярус, сакмарский ярус, артинский ярус, кунгурский ярус.

По результатам изучения конодонтов нами была разработана зональная шкала для гжельского яруса и нижней перми, позволившая выполнить корреляцию ряда уральских разрезов [7, 8, 9]. Шкала была успешно адаптирована к разрезам гжельского яруса центральной части Восточно-Европейской платформы [2, 13, 14]. В настоящей работе показана возможность выполнения корреляции уральских разрезов верхнего карбона и нижней перми с одновозрастными отложениями США, Канады, Китая и некоторых других районов планеты.

КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КАСИМОВСКОГО ЯРУСА

Прежде, чем начать разговор о корреляции гжельского яруса, мы дадим самые краткие сведения о терминальном подразделении касимовского яруса – зоне *firmus*, которая хорошо транслируется по конодонтам из восточной Европы на Урал и на территорию США (Мидконтинент).

Зона *firmus* была выделена на Урале на основе изучения южно-уральских разрезов верхнего карбона [7]. Вид-индекс *S. firmus* Kozitskaya очень часто встречается в отложениях верхней части одной из зон в Никольском разрезе (слои 5, 6), в одновозрастных отложениях разреза Усолка (слой 4/1) и переходит в вышележащие отложения следующей зоны *simulator* гжельского яруса. Вместе с *S. firmus* Kozitskaya в пределах касимовского яруса найдены следующие конодонты: *Streptognathodus pictus* Chern., *S. dolioliformis* Chern., *S. gracilis* Stauffer et Plummer, *S. praenuntius* Chern., *S. pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth), *S. zethus* Chern. et Reshetkova, *Idiognathodus magnificus* Stauffer et Plummer, *I. undatus* Chern., *I. toretzianus* Kozitskaya. Из названных форм только *S. praenuntius* Chern. не выходит за верхний предел распространения зоны, то есть за верхнюю границу касимовского яруса. Морфологи-

чески близкие виды *S. dolioliformis* Chern. и *S. pictus* Chern. довольно часто встречаются как в зоне *firmus*, так и в вышележащей зоне *simulator*, однако массовое развитие вида *S. pictus* Chern. приходится на ранний гжель. Вид *S. zethus* Chern. et Reshetkova наиболее характерен для верхней части зоны, но продолжает встречаться и в вышележащих отложениях гжельского яруса. Особо следует отметить вид *S. praenuntius* Chern., который, вероятно, является предковым по отношению к *S. simulator* Ellison [9]. *S. praenuntius* Chern. близок североамериканскому виду *I. eudoraensis* Barrick, Heckel et Boardman, который американские специалисты также считают предтечей вида *S. simulator* Ellison [17].

В США зона *firmus* впервые была выделена С. Риттером [49] на территории Мидконтинента в объеме самых верхов Миссурия (известняк Stanton) и нижней части Вирджилля (серия Дуглас и первая половина серии Шони). С. Риттер, принимая существующую на время написания его статьи широкую концепцию вида *S. simulator* Ellison, указывал совместное появление этого вида с *S. firmus* Kozitskaya в основании Eudora Shale циклотемы Stanton и сопоставлял этот уровень с основанием восточно-европейской зоны *simulator*. Еще раньше в отложениях верхнего Винчела на территории Техаса американские исследователи Дж. Бэррик и Д. Бордин [15] описали конодонтов в составе выделенного ими комплекса *S. firmus*-*S. alekseevi*, включающего характерные для зоны *firmus* виды *S. gracilis* Stauffer et Plummer, *S. zethus* Chern. et Reshetkova, *S. pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth) и собственно *S. firmus* Kozitskaya. В более поздней публикации Дж. Бэррика с Ф. Геккелом [16] нижняя граница распространения *S. firmus* Kozitskaya поднята почти до основания Вирджилля.

Следует обратить внимание на то, что в первых американских публикациях [15, 18, 49], в которых в разрезах Мидконтинента идентифициро-

ван вид *S. firmus* Kozitskaya, к этому виду был отнесен выделенный позднее на Урале вид *S. vitali* Chern. С этим связан столь широкий первоначально принимаемый интервал распространения вида *S. firmus* Kozitskaya вплоть до формации Lecompton у С. Риттера и еще выше – до формации Торека у Дж. Бэррика с соавторами [18]. Но в 2006 г. Д. Бордман, Ф. Геккель и Д. Ворк [23] в работе, посвященной конодонтам и аммонитам из пограничных касимовско-гжельских отложений Мидконтинента, устанавливают уже знакомую нам по уральским разрезам последовательность конодентов: в циклотеме Cass – верхнекасимовский комплекс *Streptognathodus zethus* Chern. et Reshetkova и *I. aff simulator* (Ellison), выше, в циклотеме Oread, – раннегжельский *I. simulator* (Ellison), а еще выше, в циклотеме Lecompton, ими приводятся типичные представители уральской зоны *vitali*: *S. vitali* Chern., *S. ruzhencevi* Kozur и *I. tersus* Ellison.

Зона *firmus* прослежена в Подмосковье [2, 13], где вид-индекс появляется во второй пачке русавкинской свиты, и Донбассе [3]. Верхняя грани-

ца зоны фиксируется по уровню появления вида-индекса вышележащей зоны *simulator*.

КОРРЕЛЯЦИЯ ГЖЕЛЬСКОГО ЯРУСА

Урал и Восточно-Европейская платформа

Непрерывная серия отложений гжельского яруса на западном склоне Южного Урала была изучена нами в разрезе Усолка, расположенном на правом берегу р. Усолка, против курорта Красноусольский (Башкортостан), в разрезе Никольский на правом берегу р. Урал, в 2 км к западу от села Никольское (Оренбургская область), и в разрезе Айдаралаш в Казахстане [25–28]. Именно на этих разрезах была разработана зональная шкала гжельского яруса по результатам изучения конодентов [7, 8]. Эта шкала позволила выполнить послойную корреляцию разноместных выходов гжельских образований на Урале, в том числе и разнофациальных отложений, вскрываемых названными выше разрезами (рис. 1). На рисунке можно оценить мощность соот-

Ярус	Зоны по фузулинидам	Зоны по конодонтам	Разрезы	
			Никольский	Усольский
АССЕЛЬСКИЙ	<i>Sphaeroschwagerina vulgaris</i> - <i>Sph. fusiformis</i>	<i>isolatus</i>	48/1	16/3
	<i>Daixina bosbytauensis</i> - <i>Globifusulina robusta</i>	<i>wabaunsensis</i>	47/5	16/1-16/2
		<i>bellus</i>	40-47/4	14/2-15
	<i>Daixina sokensis</i>	<i>simplex</i>	34-39	14/1
		<i>virgilicus</i>	22/2-33	13
ГЖЕЛЬСКИЙ	<i>Jigulites jigulensis</i>	<i>vitali</i>	11-22/1	12
	<i>Triticites rossicus</i> - <i>Rauserites stuckenbergi</i>	<i>simulator</i>	7-10	4/2-11
КАСИМОВСКИЙ	<i>Rauserites quasiarcticus</i>	<i>firmus</i>	5, 6	4/1

Рис. 1. Послойная корреляция Никольского и Усольского разрезов (Южный Урал) по конодонтам.

Слева от колонок (разрезов) указаны уровни появления зональных видов-индексов в метрах от основания разреза; внутри колонок – номера слоев; пунктирные линии соединяют коррелируемые границы слоев.

ветствующих конодонтовых стратозон и их послойное наполнение в каждом из этих разрезов. Так, например, стратозона *vitali* в глинисто-карбонатном конденсированном Усольском разрезе включает слой 12 мощностью 4.6 м. Эта же стратозона во флишевом Никольском разрезе включает слои от 11 до 22/1 общей мощностью 125.5 м. Кроме этого, на рисунке можно видеть соотношение конодонтовых и фузулинидовых зон, дающее представление о детальности расчленения гжельского яруса по конодонтам и фузулинидам.

В Подмоскowie зоне *simulator* соответствует верхняя часть русавкинской свиты; зона *vitali* охватывает большую часть добрянтинского горизонта; к зоне *virgolicus* отнесены павловопосадский горизонт и нижняя часть ногинского горизонта, остальная, большая часть последнего составляет зону *bel-lus*; мелеховский горизонт отнесен к зоне *wabaun-sensis*, которая ранее [1] рассматривалась в составе ассельского яруса. Четыре комплекса конодонтов, выделенные Р.И. Козицкой [5] в разрезе верхнекаменноугольных отложений, вскрытых Скосырской скважиной в Преддонецком прогибе, включают большинство видов, хорошо известных на Урале. Это позволяет без труда опознать в указанных комплексах характерные виды-индексы уральских зон *simulator*, *vitali*, *wabaun-sensis*. Примечательно появление в четвертом комплексе, наряду с *S. wabaun-sensis* Gunnell, еще одного вида-индекса *S. isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw, фиксирующего верхнюю границу гжельского яруса.

Северная Америка Мидконтинент

К настоящему времени предложены две зональные шкалы для интервала Миссурий-Вирджиллий Мидконтинента, построенные по результатам изучения конодонтов [18, 49]. Полезные сведения о распределении конодонтов в пограничных отложениях касимовского и гжельского ярусов на Мидконтиненте приведены в публикации Д. Бордмана [22], а также в более поздней коллективной работе Д. Бордмана с соавторами [23]. Использование сведений о стратиграфическом распределении конодонтов в этих и в ряде других работ позволяет довольно уверенно выполнить корреляцию подразделений верхнекасимовских и гжельских отложений Южного Урала и северо-американского континента.

Однако прежде чем перейти к рассмотрению вопросов корреляции названных регионов, необходимо уточнить некоторые частные особенности стратиграфического распределения видов-индексов в разрезах Мидконтинента.

Начнем мы с данных, представленных С. Риттером [49]. Распространение вида *Streptognathodus firmus* Kozitskaya в работе С. Риттера указано с цикла Stanton (Eudora) по Lecompton (Queen Hill) вклю-

чительно. Наиболее молодой представитель этого вида из Queen Hill Shell изображен на фиг. 9.5. С нашей точки зрения, этот экземпляр следует отнести к виду *S. vitali* Chern., который в то время, когда готовилась к публикации работа С. Риттера, не был еще установлен. Присутствие *S. vitali* Chern. в Queen Hill отмечено также в работе Бордмана с соавторами [23], и приведенное ими изображение этого вида из Queen Hill (табл. 2, фиг. 6) не вызывает сомнений в правильности сделанного определения. Весьма вероятно, что и другая форма из Queen Hill, определенная авторами как *S. aff. firmus* Kozitskaya (там же, фиг. 4), является переходной к *S. vitali* Chern.

Таким образом, *S. vitali* Chern. появляется, по крайней мере, с уровня Queen Hill Shell, а распространение *S. firmus* Kozitskaya, вероятно, заканчивается вблизи этого уровня. Поясню, на чем основывается это предположение. Вид *S. vitali* Chern., несомненно, происходит от *S. firmus* Kozitskaya. Опыт изучения конодонтов гжельского яруса свидетельствует о незначительном перекрывании диапазонов распространения родительского и дочернего видов у гжельских конодонтов. Если считать Queen Hill уровнем первого появления *S. vitali* Chern., то, вероятно, верхний предел распространения *S. firmus* Kozitskaya не может значительно превышать этот уровень. Во всяком случае, в Queen Hill найдена только переходная форма от *S. firmus* Kozitskaya к *S. vitali* Chern. и не обнаружен собственно *S. firmus* Kozitskaya.

Вызывает также сомнения указанный С. Риттером [49] интервал распространения другого вида-индекса *S. virgolicus* Ritter и, в частности, уровень его первого появления в Queen Hill Shell. Вид *S. virgolicus* Ritter происходит из форм, подобных *S. vitali* Chern., и, с этой точки зрения, их совместное появление на уровне Queen Hill Shell маловероятно. Скорее всего, вид *S. virgolicus* Ritter должен был возникнуть в более позднее время. В серии фотоизображений этого вида, приведенных в работе С. Риттера (фиг. 10, 11–14), только форма на фиг. 11, названная автором как переходная от *S. pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth) к *S. virgolicus* Ritter, происходит из Queen Hill Shell. Можно соглашаться или не соглашаться с мнением о генетической близости этих двух видов, но бесспорно то, что данная конкретная форма не относится к *S. virgolicus* Ritter, что и зафиксировано в ее определении С. Риттером. Все прочие изображенные в работе типичные экземпляры *S. virgolicus* Ritter, в том числе и голотип, происходят из отложений группы Wabaunsee (подгруппа Nemaha), т.е. выше уровня появления *S. vitali* Chern.

Более очевидной является необходимость внесения корректив в данные С. Риттера по поводу уровня появления вида *S. simulator* Ellison. Собственно эти коррективы уже сделали американские авторы [17], которые описали как самостоятельный вид *Id-*

iognathodus eudoraensis Barrick, Heckel et Boardman формы из Eudora Shale **циклотемы Stanton** (верхний Миссурий). Эти формы С. Риттер относил к *I. simulator* (Ellison), а Д. Бэррик с соавторами [18] вначале обозначали как *I. aff. simulator* (Ellison), а затем выделили как новый вид *I. eudoraensis* Barrick, Heckel et Boardman [17]. **Уровень первого** появления вида *I. simulator* (Ellison) в узком смысле указывается ими с Heebner Shell **циклотемы Oread**.

В первой зональной шкале по конодонтам для верхнекасимовских-гжельских отложений на территории Мидконтинента, предложенной С. Риттером [49], выделено шесть зон. В пределах касимова (верхней части Миссурия) им указана зона *S. gracilis*. Вышележащая зона *S. firmus*, которую С. Риттер сопоставляет с восточно-европейской зоной *S. simulator*, открывает гжельский ярус. Далее следуют зоны *S. pawhuskaensis deflectus*, *S. virgilicus*, *S. brownvillensis*, *S. wabaunsensis*, *S. aff. S. barskovi*. Две последние зоны показаны на шкале С. Риттера как принадлежащие ассельскому ярусу.

Через пять лет Д. Бэррик с Ф. Геккелем [16] предложили почти такую же шкалу, заменив в ней зону *firmus* на две последовательные зоны *S. zethus* и *S. simulator* и разделив зону *virgilicus* на нижнюю (*lower virgilicus*) и верхнюю (*upper virgilicus*). Позднее Д. Бэррик с соавторами [18] опубликовали несколько видоизмененную зональную шкалу. Главной новацией в этой шкале было разделение симуляторных морфотипов на собственно *Idiognathodus simulator* (Ellison) и *I. aff. simulator* с соответствующим выделением одноименных зон. Последовательность зон в этой шкале выглядит следующим образом: *S. gracilis*, *I. aff. simulator*, *S. zethus*, *I. simulator*, *S. virgilicus s.l.*, *S. brownvillensis*, *S. wabaunsensis*. Наибольшую ценность предложенной шкалы составляет разделение *I. simulator* (Ellison) на *I. simulator* (s. s.) и *I. aff. simulator*. Позднее последний вид был описан как новый – *I. eudoraensis* Barrick, Heckel et Boardman [17]. Эта систематическая операция позволила выделить коротко живущий космополитный вид *I. simulator* (Ellison) и использовать его в качестве индикатора нижней границы гжельского яруса [32].

С учетом сделанных замечаний и опираясь на сведения, изложенные в указанных выше публикациях американских авторов, можно указать основные коррелируемые рубежи, которые отмечены в развитии верхнекаменноугольных конодонтов Северной Америки и Урала.

Наиболее четко и единообразно устанавливается нижняя граница гжельского яруса по появлению вида *Streptognathodus simulator* Ellison, которое на Мидконтиненте приходится на сланцы Heebner **циклотемы Oread**, в Усольском разрезе лежит в основании слоя 4/2, а в Никольском разрезе – в основании слоя 7. Протяженность стратозоны *simulator* не вполне ясна на Мидконтинен-

те, но, судя по присутствию последующего уральского вида-индекса *S. vitali* Chern. в **циклотеме Lecompton**, вероятно, не выходит за пределы известняков **Spring Branch**. Эта же стратозона охватывает в Усольском разрезе слои 4/2–4/11, а в Никольском разрезе – слои 7–10 (рис. 1).

Следующая стратозона *vitali* – от уровня появления вида-индекса до уровня появления типичных *S. virgilicus* Ritter – на Мидконтиненте соответствует интервалу разреза от **циклотемы Lecompton** до **циклотемы Burlingame**. На Урале эта стратозона в Усольском разрезе установлена в пределах слоя 12, а в Никольском разрезе включает слои 11–22/1. Нижняя граница стратозоны *virgilicus* в североамериканских разрезах, вероятнее всего, находится в пределах **циклотемы Burlingame**. Верхняя граница проводится по уровню появления коротко живущего вида *S. brownvillensis* Ritter в **циклотеме Brownville**. Этот вид встречается на Урале только в разрезе Никольский. Однако вместе с ним появляется космополитный вид *S. bellus* Chern. et Ritter, и по уровню появления этого вида легко идентифицировать верхнюю границу стратозоны *virgilicus* на Урале и Мидконтиненте. Так, Д. Бордман указывает на совместное нахождение *S. brownvillensis* Ritter и *S. bellus* Chern. et Ritter в **циклотеме Brownville** [22]. Этот уровень соответствует в Усольском разрезе, примерно, основанию слоя 15. Таким образом, стратозоны *virgilicus* и *brownvillensis* на Мидконтиненте соответствует трем уральским стратозонам: собственно *virgilicus*, а также *simplex* и *bellus*.

Нижняя граница стратозоны *wabaunsensis* на Мидконтиненте, по С. Риттеру [49], размещается в пределах **циклотемы Falls City**. Однако приведенные в работе изображения форм, которые он считает *S. wabaunsensis* Gunnell (в широком понимании), вызывают сомнения в правильности этой точки зрения. Экземпляр, изображенный на фиг. 10.17, который автор работы охарактеризовал как “примитивную форму с единственным бугорком на внутренней стороне платформы” (с. 1149), значительно ближе к *S. bellus* Chern. et Ritter. **Формы этого вида** вблизи зоны *wabaunsensis* часто приобретают единичные бугорки (псевдонодули) на внутренней стороне платформы. По-видимому, эта форма является переходной от *S. bellus* Chern. et Ritter к *S. wabaunsensis* Gunnell. Однако и эта переходная форма найдена в **циклотеме Americus**, т.е. стратиграфически выше известняков **Falls City**. **Экземпляр на фиг. 10.20**, несомненно, относится к *S. acuminatus* Gunnell и найден в **Hughes Creek Shale**, т.е. непосредственно над **циклотемой Americus**. Все эти данные заставляют полагать, что нижняя граница стратозоны *wabaunsensis*, устанавливаемая по уровню появления космополитного вида *S. wabaunsensis* Gunnell, лежит в основании известняков формации **Foraker**.

Более поздняя работа Д. Бордмана [22] содержит сведения о находке комплекса конодонтов, состоя-

щего из *S. wabaunsensis* Gunnell, *S. elongatus* Gunnell, *S. farmeri* Gunnell, *S. flexuosus* Chern. et Ritter, в верхней части циклотемы Americus. Д. Бэррик с соавторами [17] принимают основание циклотемы Americus за уровень первого появления *S. wabaunsensis* Gunnell и, следовательно, за нижнюю границу одноименной зоны.

Особого упоминания заслуживает обстоятельная работа группы американских авторов [24], в которой по материалам изучения конодонтов из верхнегжельских и нижнепермских разрезов Мидконтинента предложена зональная шкала. В качестве ее базиса взята эволюционная последовательность представителей рода *Streptognathodus*. Сведения о стратиграфическом распространении конодонтов, приведенные в этой работе еще неоднократно будут упоминаться в дальнейшем. Пока же мы отметим присутствие в верхнем гжеле Мидконтинента конодонтов, хорошо известных в уральских разрезах. Это такие виды, как *Streptognathodus bellus* Chern. et Ritter, *S. brownvillensis* Ritter, которые появляются на близком стратиграфическом уровне и являются индикаторными видами для зоны *bellus* и в Америке, и на Урале. Выделяемая американскими исследователями последующая зона *flexuosus* по уровню появления установленного впервые на Урале вида *S. flexuosus* Chern. et Ritter также может быть сопоставлена с более широко понимаемой уральской зоной *bellus*. И, наконец, предлагаемые авторами зоны *farmeri* и *binodosus* отвечают уральской зоне *wabaunsensis*.

Возвращаясь к работе С. Риттера [49], отметим,

что экземпляр из Bennett Shale, изображенный на фиг. 10.19 и обозначенный автором как “продвинутая форма с изолированным нодулярным полем” (с. 1149), должен быть отнесен к *S. isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw, который является видом-индексом нижней границы пермской системы [25–28]. Сам С. Риттер отмечает, что подобные формы “впервые появляются в верхней части Glenrock Limestone формации Red Eagle Limestone” (с. 1145). Следовательно, верхняя граница зоны *S. wabaunsensis* и гжельского яруса, устанавливаемая по уровню появления вида *S. isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw, на Мидконтиненте лежит в основании формации Red Eagle Limestone.

С этими представлениями вполне согласуются наблюдения упомянутых выше авторов [24], которые помещают верхнюю границу гжельского яруса в основание сланцев Bennett формации Red Eagle Limestone.

В табл. 1 показано сопоставление формационных подразделений верхнего карбона Мидконтинента со стратозонами Южного Урала.

Калифорния

Результаты изучения конодонтов и фузулинид на территории восточной Калифорнии (Keeler Basin) опубликованы группой американских исследователей [51]. Стратиграфический диапазон изученных отложений Keeler Canyon формации включает интервал от среднего карбона до сакмарского яруса нижней перми включительно. По конодонтам вы-

Таблица 1. Схема сопоставления отложений гжельского яруса Мидконтинента (США) и Урала

Мидконтинент, США (Barrick, Boardman, 1989; Ritter, 1995; Barrick, Heckel, 2000; Boardman, Heckel, Work, 2006)		Урал (Черных, 2002)	
Ярус	Формации	Стратозона	Ярус
Asselian	Red Eagle Limestone	<i>isolatus</i>	Ассельский
VIRGILIAN	Johnson Shale Foraker Limestone	<i>wabaunsensis</i>	ГЖЕЛЬСКИЙ
	Janesville Shale Falls City Limestone Onaga Shale Upper Wood Siding	<i>bellus-simplex</i>	
	Richardson Subgroup Nemaha Subgroup	<i>virgilicus</i>	
	Sactox Subgroup Topeka Limestone Deer Creek Tecumseh Shale Lecompton Limestone	<i>vitali</i>	
	Kanwaka Shale Oread Limestone (Heebner Shale)	<i>simulator</i>	
	Lawrence Stranger	<i>firmus</i>	Касимовский
Missourian	Stanton Limestone		

делен ряд местных зон. Мы начнем их рассмотрение с зоны **C5**, в пределах которой отмечено присутствие таких видов, как *Streptognathodus elegantulus* Stauffer et Plummer, *S. excelsus* Stauffer et Plummer, *I. magnificus* Stauffer et Plummer. Этот комплекс конодонтов, найденный в высокой части Cerro Gordo Spring, свидетельствует о ее позднекасимовском возрасте. Аналогичный комплекс конодонтов встречается на Урале в стратозоне *firmus*. Следующая зона **C6** характеризуется присутствием конодонтов *S. pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth), *S. excelsus* Stauffer et Plummer, *S. virgilicus* Ritter, *S. brownvillensis* Ritter. Этот комплекс конодонтов, найденный в верхней части Cerro Gordo Spring – нижней части Salt Tram, является, несомненно, гжельским и включает большую часть гжельского яруса, вплоть до зоны *bellus* включительно. Верхняя часть гжеля предположительно представлена зоной **C7**, хотя здесь найдены только *S. tenuialveus* Chern. et Ritter, *S. costaeftabellus* Chern. et Ritter и не найден *S. wabaunsensis* Gunnell – вид-индекс терминальной зоны гжельского яруса.

Канадский Арктический Архипелаг

Ч. Хэндерсон с соавторами [35] опубликовали сведения о верхнекаменноугольных конодонтах и мелких фораминиферах Канадского Арктического Архипелага. По результатам изучения конодонтов ими выполнено зональное подразделение изученного разреза, включающее зоны *Adetognathus lautus-Streptognathodus elegantulus* (верхняя часть касимовского яруса, непосредственно подстилающая гжельские образования), *Streptognathodus simulator-Idiognathodus sp. cf. I. lobulatus* (нижний гжель) и *Streptognathodus nodulinear* (гжель). Вызывает определенные сомнения правильность определения последнего вида. На фотоизображении (табл. 1, фиг. 2) видно, что линейный ряд бугорков располагается с внешней стороны платформы, тогда как у *Streptognathodus nodulinear* – всегда с внутренней. Скорее, эта форма относится к нашему новому виду *S. stigmati* n. sp., известному на Урале из зоны *vitali*. По-видимому, гжельская часть разрезов формаций Nansen и Canyon Fiord включает две последовательные зоны – *simulator* и *vitali*.

Китай

Нам известно относительно небольшое количество работ, содержащих сведения о стратиграфическом распределении конодонтов гжельского яруса Китая, которые можно было бы адаптировать к решению задач корреляции китайских и уральских разрезов. Наиболее важными, с этой точки зрения, являются две публикации, в которых содержатся подробные сведения о конодонтах из разреза Nashui (Luosu) в южной части провинции Guizhou

[53, 55]. В обеих работах сохранена единая нумерация образцов, из которых получены конодонты.

В первой статье [53] были подведены итоги предшествующего пятилетнего этапа изучения конодонтов из пограничных каменноугольно-пермских отложений Китая. Работа написана на китайском языке, и английское резюме дает самое общее представление в отношении ее содержания. Однако в этой работе приведены четыре таблицы с изображениями найденных форм с точной привязкой к разрезу, что позволяет использовать эти данные при анализе конодонтовых комплексов, описанных во второй публикации [55].

В этой работе приводятся более полные сведения о позднекасимовских и гжельских конодонтах из разреза Nashui Южного Гуижоу. На основе изучения конодонтов из разреза Nashui (Luosu) авторы предложили зональную шкалу верхнего карбона. Мы рассмотрим только ее верхнюю часть, начиная с зоны *S. guizhouensis*, занимающей верхнюю часть далаанского яруса (образцы №№ 97-106). Среди конодонтов, встреченных в пределах этой зоны мощностью 12 м, кроме вида-индекса, указаны следующие виды: *S. elegantulus* Stauffer et Plummer, *S. oppletus* Ellison, *S. parvus* Dunn, *I. delicatus* Gunnell, *I. magnificus* Stauffer et Plummer, *I. sinuosus* Ellison et Graves. Можно поставить под сомнение присутствие в этом зональном комплексе *S. parvus* Dunn, *I. delicatus* Gunnell, *I. sinuosus* Ellison et Graves. Обычно эти виды встречаются ниже уровня появления *I. magnificus* Stauffer et Plummer. Все изображенные в работе экземпляры этих видов, найдены значительно ниже зоны *S. guizhouensis*. Остальные из указанных выше видов обычны в верхах касимовского яруса, и отмеченный интервал разреза можно сопоставить с уральской стратозоной *firmus*.

Выше авторами выделена зона *S. luosuensis* (= *S. simulator*), которая является терминальной для далаанского яруса в Китае и базальной в гжельском ярусе Урала. Зональный комплекс, кроме вида-индекса, включает следующие виды: *S. luosuensis* Wang et Qi, *S. guizhouensis* Wang et Qi, *S. oppletus* Ellison, *Adetognathus paralautus* Orchard. В приведенном списке видов вызывает сомнения правильность определения последнего вида. Экземпляры типичных *A. paralautus* Orchard приведены в работе 1991 г. (табл. I, фиг. 7, 8), и эти формы найдены в сакмарском ярусе (образец № 148, зона *M. bisselli*). Все прочие, более древние находки адетогнатусов в отложениях верхнего карбона (обр. № 109, например), по-видимому, относятся к *A. lautus* (Gunnell).

Зона *simulator* (= *luosuensis*) хорошо опознается на Урале, и 5.5 м известняков, завершающих ярус Dalaan в разрезе Nashui, могут быть сопоставлены с одноименной стратозоной Усольского и Никольского разрезов (табл. 2).

Следующий метровый интервал разреза в основании мапингского яруса принадлежит зоне

Таблица 2. Схема сопоставления зонального расчленения отложений гжельского яруса Южного Китая и Урала

Южный Китай (Wang-Zhi-hao, Qi Yu-ping, 2003)		Урал (Черных, 2002)	
Ярус	Стратозона (№ образцов)	Стратозона	Ярус
Zisongian	isolatus (125)	isolatus	Ассельский
MAPINGIAN	wabaunsensis (123-124)	wabaunsensis	Гжельский
	tenuialveus (116-122)	bellus-simplex	
	“firmus” (111-115)	virgilicus-vitali	
	nashuiensis (110-111)	simulator	
DALAAN	luosuensis (107-109)		Касимовский
	guizhouensis (97-106)	firmus	

I. nashuiensis, в которой кроме нового вида, использованного в качестве индикатора ее нижней границы, установлено присутствие только одного вида, отнесенного к *Adetognathus paralautus* Orchard (см. выше наши замечания по поводу этого вида). В данной зоне нет ни одного вида конодонтов, который было бы можно использовать для отдаленной корреляции с Уралом.

Затем следует зона, которую китайские исследователи назвали *S. firmus* и отвели ей интервал 6.5 м, в который попадают образцы под номерами 111–115. Нижняя граница зоны фиксируется по появлению формы, которая определена как *S. firmus* Kozitskaya. Среди видов, найденных в пределах этой зоны, кроме вида-индекса, указываются *S. pawhuskaensis* (Harris et Hollingsworth), *S. simplex* Gunnell, *S. elegantulus* Stauffer et Plummer. По поводу данной зоны и видов, составляющих ее комплексную характеристику, необходимо сделать некоторые замечания. В образце № 111 найдена форма, определенная как *S. elegantulus* Stauffer et Plummer. Ее изображение приведено в табл. III на фиг. 10 в работе [53] и затем в табл. 4 на фиг. 12 в работе 2003 г. [55]. Этот морфотип, известный в уральских разрезах как вид *S. vitali* Chern., является видом-индексом одноименной уральской зоны, следующей непосредственно выше зоны *simulator*. Заметим также, что в североамериканских, уральских и восточно-европейских разрезах вид *S. firmus* Kozitskaya не поднимается выше зоны *simulator*. Скорее всего, китайские исследователи приняли все тот же вид *S. vitali* Chern. за *S. firmus* Kozitskaya. Во избежание путаницы, было бы целесообразно выбрать для обсуждаемой зоны другой вид-индекс. В любом случае, бесспорно, что *S. vitali* Chern. впервые появляется в основании данной зоны, и что нижняя граница этой зоны может быть сопоставлена с нижней границей уральской зоны *vitali*.

Выше следует зона *tenuialveus* (образцы 116–122), занимающая десятиметровый интервал разреза. В зональный комплекс, кроме вида-индекса, включены следующие виды: *S. bellus* Chern. et Ritter, *S. elongatus* Gunnell, *S. simplex* Gunnell, *S. firmus* Kozitskaya, *S. elegantulus* Stauffer et Plummer. Два последних вида в этом комплексе, скорее все-

го, указаны либо ошибочно, либо это переотложенные формы. Что касается остальных видов, то они встречаются в уральских разрезах в зонах *simplex* и *bellus*. Вероятно, китайская зона *tenuialveus* соответствует этим двум уральским зонам.

Завершает мапингский ярус зона *S. wabaunsensis*, в которой вместе с видом-индексом присутствуют такие виды, как *S. tenuialveus* Chern. et Ritter, *S. bellus* Chern. et Ritter, *S. elongatus* Gunnell, *S. nodulinear* Chern. et Reshetkova. Верхняя граница зоны отбивается по появлению раннепермского вида *Streptognathodus isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw (обр. 125). Стратозона *S. wabaunsensis* мощностью 3 м в разрезе Нашуи уверенно сопоставляется с одноименной стратозоной на Урале, в Усольском и Никольском разрезах.

Можно констатировать, что в Китае в пределах гжельского яруса устанавливается такая последовательность зон: *simulator* – “*firmus*” (= *vitali*) – *tenuialveus* (= *simplex* + *bellus*) – *wabaunsensis*. В ней отсутствуют зоны *S. virgilicus* и *S. simplex*, установленные в уральском регионе. Однако в большинстве случаев использование предложенной нами шкалы позволяет удовлетворительно решить вопрос корреляции стратиграфических подразделений разреза Nashui (Luosu) с разновозрастными подразделениями уральских разрезов (табл. 2).

КОРРЕЛЯЦИЯ АССЕЛЬСКОГО ЯРУСА

Северная Америка Мидконтинент

Как было сказано выше, верхняя граница гжельского яруса (она же – нижняя граница ассельских образований) определяется по уровню первого появления *Streptognathodus isolatus* Chernykh, Ritter et Wardlaw в средней части известняков формации Red Eagle, которые представлены сланцами Bennett. Форма, названная Б. Перлмуттром *Idiognathodus wabaunsensis* (Gunnell), несомненно, относится к морфотипу *S. isolatus* и, судя по несколько незавершенному обособлению нодулярного поля, к его наиболее ранним представителям ([45], табл. 1, фиг. 2). Это подтверждают данные о систематиче-

Таблица 3. Схема сопоставления зонального расчленения ассельско-сакмарских отложений Мидконтинента (США) и Урала

Ярус	Группа	Мидконтинент, США (Boardman II, Wardlaw, Nestell, 2009)		Урал Черных, 2005	
		Формация	Зона	Зона	Ярус
Wolfcampian	Council Grove	Easley Creek Shale	<i>S. barskovi</i>	<i>Sw. anceps-M. bisselli</i>	Сакмарский
		Bader Limestone		<i>Sw. merrilli</i>	
		Stearns Shale	<i>S. fusus</i>	<i>S. postfusius</i>	Ассельский
		Beattie Limestone		<i>S. fusus</i>	
		Grenola Limestone (Burr Limestone)	<i>S. nevensis</i>	<i>S. constrictus</i>	
		Grenola Limestone (part)	<i>S. isolatus</i>	<i>S. sigmoidalis</i>	
				<i>S. cristellaris</i>	
		Red Eagle Limestone (Bennett Shale)		<i>S. isolatus</i>	

ском составе и морфологии сопутствующих конодонтов, приведенные в работе С. Риттера [49] из тех же сланцев Bennett (фиг. 10.15, 19). Формы, названные Риттером как *S. flangulatus* Gunnell (фиг. 10.15) и *S. wabaunsensis* Gunnell (фиг. 10.19), демонстрируют почти завершившийся переход к морфотипу *isolatus*. Таким образом, сланцы Bennett следует сопоставлять с самыми нижними горизонтами ассельского яруса.

В верхней части формации Grenola в известняках Burr С. Риттером [49] отмечается появление таких форм, как *Streptognathodus cf. longissimus* Chernykh et Resh. (фиг. 10-5, 6) и *S. aff. barskovi* Kozur (фиг. 10-18), которые прослеживаются до известняков Neva включительно. Несмотря на то, что названные формы определены в открытой номенклатуре, они имеют так много общего со среднеассельскими уральскими формами, что корреляция уральской зоны *constrictus* с интервалом Burr-Neva не вызывает сомнений. Правомерность этой корреляции подтверждает присутствие здесь морфотипа, названного в работе как *Streptognathodus sp. E*, имеющего реликтовые бугорки на внутренней части платформы. Подобные формы весьма характерны для конодонтов среднего асселя на Урале и представляют собой переходные формы от *S. cristellaris* Chern. et Reshetkova к *S. longissimus* Chern. et Reshetkova. В верхней части известняков Neva отмечено присутствие *Sweetognathus expansus* (Perlmutter) – вида, который появляется на Урале в самой высокой части среднего асселя и продолжает существовать в верхнем асселе, что не противоречит отнесению известняков Neva к среднему асселю.

Верхняя граница ассельского яруса определяется на Урале по появлению первых представителей рода *Sweetognathus* с дифференцированной кариной – морфотипа *S. merrilli* Kozur. В канзасском разрезе близкие формы появляются в низах формации Bader – в верхней части известняков Eiss.

Как было отмечено выше, Д. Боардман с соавторами [24] на основе изучения исторического морфогенеза рода *Streptognathodus* предложи-

ли свою зональную шкалу для интервала поздний гжель–артинский век включительно. Для последовательности формаций Burr – Eskridge они вводят зону *nevaensis*, которая примерно отвечает среднему асселю уральской шкалы (зона *constrictus*), и зону *fuscus* для известняков формации Beattie, которая соответствует уральской зоне *postfusius* верхнего асселя.

Таким образом, ассельские образования Урала довольно уверенно могут быть сопоставлены с интервалом Bennett – Eiss разрезов Канзаса Северной Америки (табл. 3).

Несмотря на значительную удаленность коррелируемых разрезов, в них присутствуют одноименные виды конодонтов, обнаруживающие значительное морфологическое сходство. Устойчиво сохраняется их стратиграфическая последовательность, что обеспечивает возможность глобальной корреляции отложений ассельского яруса Урала и Мидконтинента по конодонтам.

Калифорния

Ассельский комплекс конодонтов указан из отложений Keeler Canyon формации, развитых в восточной части центральной Калифорнии [50] в верхней половине подразделения Salt Tram, выделенной как конодонтовая зона C8. Судя по тому, что нижняя граница зоны проводится по появлению *Sweetognathus expansus* (Perlmutter), эту зону можно сопоставить со средней–верхней частями ассельского яруса. В согласии с этим заключением находятся отмеченные в работе находки конодонтов *Streptognathodus constrictus* Chern. et Reshetkova, *S. fusus* Chern. et Reshetkova, *S. aff. barskovi* Kozur, *Mesogondolella dentiseparata* Chern., *M. belladontae* Chern.

Китай

В конце 80-х годов верхнекаменноугольные и нижнепермские конодонты интенсивно изучались в Китае. Результаты изучения отражены в работах

известных китайских конодонтологов Донг Жи-жонга (Dong Zhi-zhong), Ванг Ченг-юаня (Wang Cheng-yuan), Ванг Жи-хао (Wang Zhi-hao), Канг Пей-квана (Kang Pei-quan) и многих других. Большинство работ издано на китайском языке, и только английские резюме, стратиграфические колонки, латинские названия видов и их фотоизображения могут быть использованы для получения части необходимой информации при корреляционных сопоставлениях.

Затруднения при корреляции ассельских отложений по конодонтам возникают также из-за различия в диагностике идентичных видов, присутствующих в уральских и китайских разрезах. В этой связи, при сопоставлении уральских и китайских разрезов ассельского яруса мы опирались только на те работы, в которых приведены фотоизображения наиболее важных для корреляции видов конодонтов с их точной привязкой к изученным разрезам. Сходство некоторых изображенных в работах китайских авторов форм с уральскими видами настолько значительно, что их можно отождествить без всяких колебаний. Однако те определения, которыми сопровождаются эти формы в китайских работах, часто не совпадают с нашими. Прежде, чем приступить к корреляции, мы взяли на себя смелость откорректировать определения некоторых изображенных в китайских работах видов конодонтов в соответствии с нашими представлениями об их систематической принадлежности. В большинстве таких случаев речь идет о видах, которые были впервые установлены нами на уральских материалах.

Работа Канг Пей-квана с соавторами [36], посвящена биостратиграфии шельфовых фаций, развитых на территории округа Ziyun провинции Guizhou. В этой работе под названием *Streptognathodus gracilis* Stauffer et Plummer помещена форма, которую, по нашему мнению, следует отнести к виду *Streptognathodus isolatus* Chernykh, Ritter et Wardlaw (табл. II, фиг. 8), и принять, что стратиграфический уровень 02-1, где она найдена, лежит в пределах зоны *isolatus*.

На уровне 6B6 вновь указан *S. gracilis*. Судя по изображению этой формы на табл. II, фиг. 7, авторами к названному виду отнесена, безусловно, среднеассельская форма с реликтовым бугорком на парапете, которая ближе всего отвечает виду *S. barskovi* Kozur. Аналогичный стратиграфический уровень 6B6 занимает форма, изображенная на фиг. 3 в таблице II под названием *S. elongatus* Gunnell, которую мы относим к виду *S. longissimus* Chern. et Reshetkova. На этом же стратиграфическом уровне найдены формы (табл. III, фиг. 3-6), названные в работе *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken), которые являются, по нашему мнению, *M. simulata* (Chernykh). На близком уровне 6C1 авторами отмечено присутствие вида *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken), который может быть уверенно

отождествлен с *M. belladontae* (Chern.) (табл. III, фиг. 1, 2). В правомерности проведенной ревизии определений конодонтов убеждает тот факт, что *S. barskovi*, *S. longissimus*, *M. belladontae*, *M. simulata*, а также сопутствующие конодонты *S. fuchengensis* Zhao, *S. elongatus* Gunnell, указанные самими авторами, на Урале также встречаются совместно в границах конодонтовой зоны *constrictus-belladontae*, представляющей среднюю часть ассельского яруса.

Таким образом, анализ систематической принадлежности конодонтов, встреченных в пределах обсуждаемой части разреза Ziyun County, позволяет указать положение нижней границы ассельского яруса на уровне 02-1 по нахождению зонального вида *S. isolatus*, а также аналог уральской зоны *constrictus* (средняя часть ассельского яруса) в интервале 6C1–6B6.

Верхний ассель-сакмарский ярус в данном разрезе можно распознать на уровне 14-4 по присутствию характерной формы *Adetognathus paralautus* Orchard, которая на Урале не известна ранее этого времени, и ориентировочно наметить нижнюю границу стерлитамакского горизонта сакмарского яруса по появлению позднеассельской формы *M. bisselli* на уровне 17-3.

Стратиграфическая последовательность всех названных форм в обсуждаемом разрезе Китая полностью соответствует аналогичной последовательности одноименных конодонтов в уральских разрезах. Общая мощность ассельских образований в разрезе составляет порядка 190 м.

Одна из работ Ванг Жи-хао [53] посвящена обсуждению положения границы между каменноугольной и пермской системами в Китае по результатам изучения конодонтов. Наиболее информативным оказался разрез отложений яруса Мапинг (разрез Nashuiy, Луодиян) в провинции Гуижоу, ранее уже упоминавшийся при обсуждении корреляции гжельских образований. В приведенных далее списках конодонтов для тех из них, определения которых откорректированы нами по фотографиям, дана ссылка на соответствующие таблицы и фигуры в работе Ванг-Жи-хао. На стратиграфическом уровне, где взят образец N 125, встречены следующие формы: *Streptognathodus isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw (табл. II, фиг. 4), *S. nodulinear* Resh. et Chern. (табл. I, фиг. 5, 6), *S. simplex* Gunnell (табл. I, фиг. 1), *S. elongatus* Gunnell (табл. IV, фиг. 3), *Adetognathus lautus* Gunnell (табл. I, фиг. 9). Названный комплекс форм, безусловно, является нижеассельским и, судя по присутствию в нем *S. isolatus*, соответствующий стратиграфический уровень располагается в основании ассельского яруса.

Следующий информативный образец N 132, где сделана находка зонального среднеассельского вида *Mesogondolella belladontae* (Chern.) (табл. II, фиг. 6). Более высокий стратиграфический уровень, на котором отобран образец N 136, отмечен присут-

ствием *Streptognathodus aff. barskovi* Kozur с реликтовыми бугорками на внутренней стороне платформы (табл. I, фиг. 11). Подобные формы встречаются в пределах той же зоны *belladontae-constrictus*, и, следовательно, этот уровень лежит в пределах среднего асселя.

Предположительно верхнеассельский вид *Adetognathus paralautus* Orchard найден в образце N 147, а из следующего образца N 148 получены сакмарские *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken). К сожалению, фотоизображения последней формы в работе не приведено. Однако с большой долей уверенности можно полагать положение уровня N 147 самым близким кровле ассельских отложений в рассмотренном разрезе.

В публикации 1994 года Ванг-Жи-хао [54] вновь возвращается к изучению конодонтов из разреза Nashui. По результатам этого изучения предлагается зональное расчленение нижнепермской части изученного разреза – от нижнего асселя до кунгура включительно. В пределах ассельского яруса указывается четыре зоны: *Streptognathodus wabaunsensis*-*S. nodulinear*, *Streptognathodus barskovi*, *Mesogondolella dentiseparata* и *Sweetognathus inornatus*. Первая из названных зон, судя по комплексу конодонтов, вполне отвечает уральской зоне *isolatus*. Среди изображенных в работе конодонтов, найденных в пределах этой зоны, присутствует, по-видимому, вид-индекс *S. isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw (табл. 1, фиг. 14), *S. nodulinear* Reshetkova et Chern., а также другой характерный для этой зоны вид *S. bipartitus* Chern. (табл. 4, фиг. 13).

Вторая и третья из вышеназванных зон соответствуют уральским зонам *constrictus*, *fusus* и *postfus*. Что касается зоны, названной в работе *Sweetognathus inornatus*, то ее следует коррелировать с верхней частью тастубского горизонта сакмарского яруса (уральской зоной *binodosus*).

Иран

Н.Б. Рассказова [6] опубликовала описание ассельских конодонтов, полученных из верхней части формации Заладу, отложения которой обнажаются вблизи деревни Гушкамар (восточная часть Ирана). Среди них, судя по приведенным фотоизображениям на рис. 4, присутствуют *S. isolatus* Chern., Ritter et Wardlaw, *S. nodulinear* Reshetkova et Chern. и ряд неорнаментированных стрептогнатодонтид, из которых можно опознать *S. bellus* Chern. et Ritter, *S. simplex* Gunnell и *S. elongatus* Gunnell. Такой комплекс конодонтов характерен на Урале для нижнего асселя (зона *isolatus*).

КОРРЕЛЯЦИЯ САКМАРСКОГО ЯРУСА

Попытки опознать аналоги сакмарского яруса в отдаленных от Урала регионах по результатам изу-

чения конодонтов предпринимались неоднократно различными исследователями [4, 30, 37, 41].

Ко времени появления указанных работ, авторы которых пытались отыскать возрастные аналоги сакмарского яруса, в частности, на Мидконтиненте, известные на Урале сакмарские конодонты включали единственный бесспорно сакмарский вид *M. bisselli* (Clark et Behnken) и сомнительные каменноугольные и ассельские формы [4], которые, по-видимому, являются переотложенными.

Как показало детальное изучение конодонтов из разрезов сакмарского яруса в стратотипической местности, именно на рубеже ассельского и сакмарского времени происходят значительные изменения в составе этой группы. В частности, полностью или почти полностью исчезают представители рода *Streptognathodus*, доминирующие на Урале в ассельском веке. В уральском сакмарском бассейне им на смену приходит богатейшая по таксономическому разнообразию группа мезогондолелл. Кроме этого, наиболее важным событием, приуроченным к этому рубежу, следует считать появление первых представителей рода *Sweetognathus* с дифференцированной кариной – морфотипа *Sweetognathus merrilli* Kozur, найденного к настоящему времени на Урале в двух разрезах – Усольском и Кондуровском. В Усольском разрезе и зафиксирована последовательность свитогнатид, состоящая из верхнеассельского *Sweetognathus expansus* (Perlmutter), нижнетастубского *Sw. merrilli* Kozur и верхнетастубского *Sw. binodosus* Chern. В разрезе Дальний Тюлькас, который в значительной мере дублирует Усольский, найден и следующий – стерлитамакский – морфотип этого ряда – *Sw. anceps* Chern.

Особую ценность приобретает находка *Sw. merrilli* в Кондуровском разрезе. Во-первых, потому, что этот разрез является стратотипическим для сакмарского яруса. Во-вторых, потому, что в этом разрезе детально прослежена эволюционная линия *Diplognathodus aff. stevensi* – *Sweetognathus merrilli*. И, наконец, потому, что именно морфотип *S. merrilli* Kozur является пока единственным маркером нижней границы сакмарского яруса, который известен не только на Урале, но и на территории Северной Америки и Китая.

Как отмечено выше, в сакмарском веке на Урале доминирующей группой конодонтов являются мезогондолеллы. Часть из них продолжает существовать с позднеассельского времени. Среди вновь возникших мезогондолелл наиболее важной является морфологически выразительная и короткоживущая форма *Mesogondolella uralensis* Chern. Она хорошо вписывается в эволюционный ряд *M. belladontae* – *M. simulata* – *M. striata* – *M. pseudostriata* – *M. arcuata* – *M. uralensis* – *M. monstra*, который был использован нами для построения зональной биохронологической шкалы ассельско-сакмарских отложений [9]. По виду *M. uralensis* в основании сак-

марского яруса была выделена одноименная зона *uralensis*. В настоящее время описан богатый комплекс других мезогондололл, характеризующих эту зону на Урале. Сюда относятся *M. lacerta* Chern., *M. paralacerta* Chern., *M. parafoliosa* Chern. и ряд других новых форм. Зона *uralensis* хорошо распознается на Южном Урале, в ряде разрезов (Усольском, Кондуровском, Симском и др.).

Однако существенным недостатком тастубских мезогондололл является их эндемичность – почти все они известны только на Урале, что делает их малоэффективными для межрегиональных корреляций. Обнаружение космополитного короткоживущего морфотипа *Sweetognathus merrilli* Kozur в составе зоны *uralensis*, который появляется в разрезах на близком стратиграфическом уровне с *Mesogondolella uralensis* Chern., позволило осуществить глобальную корреляцию нижней границы сакмарского яруса и, в частности, указать ее положение в разновозрастных разрезах Северной Америки.

Вопрос о происхождении морфотипа *Sweetognathus merrilli* Kozur неоднократно обсуждался различными исследователями, которые высказывали по этому поводу разные мнения. Так, автор морфотипа, Х. Коцур рассматривал его как связующее звено между *Diplognathodus ellipticus* (Perlmutter) и *Sweetognathus whitei* (Rhodes). В. Свит считал наиболее вероятным предком *Sw. merrilli* морфотип *Diplognathodus expansus*. С. Риттер склонен поддерживать мнение В. Свита о *D. expansus* как возможном предке *Sw. merrilli*. Во всяком случае, между исследователями нет расхождений в том, что какие-то из видов ассельских диплогнатодусов дали начало развитию первых свитогнатусов. Мы также согласны с этим мнением. Вопрос в другом: от одного или от нескольких видов диплогнатодусов берет начало вид *Sw. merrilli* Kozur и, если от нескольких, то на одном или разных стратиграфических уровнях появляется этот вид? Переход от диплогнатодусового морфотипа к свитогнатусовому происходит во всех случаях единообразно: путем формирования вначале папиллярного (пустулизованного) строения первоначально сплошной карины у диплогнатодусов и затем ее дифференциации на ряд небольших изолированных бугорков с ясной папиллярной орнаментацией их поверхности.

Судя по имеющимся у нас данным, этот процесс затронул различные виды ассельских диплогнатодусов и происходил в одно и то же время (точнее, на одном и том же хронологическом уровне) в разных участках уральского бассейна. В зависимости от того, какой именно вид диплогнатодусов являлся предковым, возникающие при этом свитогнатусы могут несколько различаться по деталям строения. У них могут быть разными количество каринальных бугорков, общие очертания края базальной полости, длина и высота свободного листа и тому подобное. Вместе с тем, все они характеризуются об-

щим сходством в строении важнейшего элемента для диагностики данного вида – карины. Карина у первых свитогнатусов состоит из одного ряда простых округленных в поперечном сечении свободно размещенных бугорков, поверхность которых имеет мелкочапчатую (папиллярную) орнаментацию. Все такие формы, независимо от частных особенностей их строения, мы относим к одному морфотипу и именуем его *Sweetognathus merrilli* Kozur. В Кондуровском разрезе этот морфотип сформировался на основе *Diplognathodus aff. stevensi* Clark et Carr, и процесс перехода хорошо иллюстрируется фактическим материалом ([9], рис. 28).

В Усольском разрезе предковой формой являлся, по-видимому, *D. expansus* (Perlmutter), встречающейся в верхнеассельской части разреза и отличающейся по частным особенностям строения от *D. aff. stevensi*. В этой связи, усольские представители *S. merrilli* несколько отличаются от кондуровских, но также обладают всеми отмеченными признаками этого морфотипа ([9], рис. 27). Наиболее существенно то, что и в Усольском, и Кондуровском разрезах эти первые свитогнатусы появляются на одном стратиграфическом уровне – практически одновременно с появлением зональной короткоживущей *Mesogondolella uralensis* Chern.

С учетом сказанного, мы считаем возможным и целесообразным использовать уровень первого появления морфотипа *Sweetognathus merrilli* Kozur в качестве хорошего маркера нижней границы сакмарского яруса, который позволяет транслировать эту границу за пределы уральского региона.

Северная Америка Мидконтинент

Первые свитогнатусы, определенные как *S. merrilli* Kozur, зафиксированы в районе развития нижнепермских отложений восточного Канзаса (США), в верхней части известняка Eiss формации Bader Limestone, занимающих высокое стратиграфическое положение в составе Council Grove группы. Аналогичная находка *S. merrilli* Kozur сделана в западном Техасе в Стекланных горах в пределах развития продельтовых отложений (алевролиты с фрагментами растительных остатков, известняки и прослоями известняковых конгломератов) Neal Ranch формации – в 52 м выше основания разреза [50, 57]. Несмотря на то, что граница сакмарского яруса в пределах североамериканского континента строго установлена по виду-индексу только в двух названных разрезах, она может быть прослежена более широко с использованием данных по другим группам ископаемых. В частности, в упомянутой работе Б. Вардлоу и В. Давыдова [57], по результатам изучения фузулинид, сделан вывод, что примерными аналогами указанного положения границы сакмарского яруса могут быть базаль-

Таблица 4. Схема сопоставления зонального расчленения сакмарско-артинских отложений Мидконтинента (США) и Урала

Ярус	Мидконтинент, США Boardman, Wardlaw, Nestell, 2009		Урал Черных, 2006	Горизонт	Ярус
? Leonardian	Формация	Зона	Зона	Бурцевский	Артинский
	Barneston Limestone	<i>S. florensis</i>	<i>Sw. whitei</i>		
Wolfcampian	Matfield Shale Wreford Limestone	<i>S. trimilus</i>	<i>Sw. anceps-M. bisselli</i>	Стерлитамакский	Сакмарский
	Speiser Shale Funston Limestone Blue Rapids Shale Crouse Limestone Easly Creek Shale	<i>S. postconstrictus</i>	<i>Sw. binodosus</i>	Тастубский	
	Bader Limestone	<i>S. barskovi</i>	<i>Sw. merrilli</i>		

ная часть формации Carbon Ridge (Невада) в Калифорнии интервал, в котором может быть зафиксирована эта граница, находится в пределах зон В и С McClaude Limestone.

Следующий характерный уровень внутри тастубского горизонта совпадает с моментом появления *Sw. bidentatus* Chern., происходящим от *Sw. merrilli* Kozur., который также продолжает встречаться в зоне *bidentatus*.

Верхняя граница тастубского горизонта (и, следовательно, нижняя граница стерлитамакского горизонта) на Урале проводится нами по появлению космополитного вида *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken). Главной трудностью в использовании этого вида для определения и корреляции этой границы является длительное существование *M. bisselli* – от стерлитамакского до саргинского горизонта включительно. Определить уровень первого появления этого вида можно только в серии последовательных проб в разрезах, хорошо охарактеризованных конодонтами. Отдельные пробы с *M. bisselli* мало информативны. Зона *bisselli* охватывает стратиграфический диапазон от уровня первого появления вида-индекса до уровня появления космополитного вида *Sweetognathus whitei* (Rhodes). Последний уровень совпадает с нижней границей артинского яруса на Урале. В пределах зоны *Sweetognathus anceps*, кроме вида-индекса, установлено присутствие *Mesogondolella visibilis* Chern., *M. lata* Chern., *M. bisselli* (Clark et Behnken) и завершающих свое существование адетогнатодид.

Характерное сочетание свитогнатусов *S. anceps* Chern. с *M. bisselli* (Clark et Behnken) в породах, залегающих стратиграфически ниже уровня первого появления *S. whitei*, является основанием для их отнесения к верхнесакмарской (стерлитамакской) ча-

сти разреза нижнепермских отложений на Урале и в других регионах.

На Мидконтиненте аналогами верхнесакмарских отложений принято считать средний вольфкэмп. В штате Юта ему соответствует верхняя часть формации Quairrh, где Ларсон и Кларк [41] нашли *M. bisselli* вместе с *S. whitei* и *Streptognathodus elongatus* и на этом основании датировали вмещающие отложения как “верхнетастубские? – нижнестерлитамакские”. Исходя из приведенных ими данных, ясно, что эта часть разреза формации Oquirrh не древнее низов артинского яруса. Что касается подстилающих отложений так называемой зоны “*Idiognathodus ellisoni*”, первоначально установленной Д. Кларком [29] в Неваде, то здесь много неясностей. Они возникают, начиная с определения номинативного вида, который разные исследователи причисляют то к *Idiognathodus delicatus* Gunnell, то к *Streptognathodus wabaunsensis* Gunnell. В любом случае, общая морфология этого вида не оставляет сомнения в его позднекаменноугольном возрасте. Примерно то же или более раннее существование имеют и другие конодонты, входящие в ассоциацию “*ellisoni*”. Вероятнее всего, что весь этот комплекс конодентов переотложенный, и что вмещающие его отложения (верхняя часть формации Riepe Springs, верхняя часть формации Oquirrh, Lenox Hills), судя по их стратиграфическому положению ниже уровня первых *Sweetognathus whitei* (Rhodes), являются позднесакмарскими, но не содержат конодентов *in situ*.

В ранее упоминаемой работе Д. Бордмана с соавторами [24], посвященной зональному расчленению верхнего карбона и нижней перми Мидконтинента по конодонтам, сакмарский интервал представлен зонами *S. barskovi* – *S. postconstrictus* – *S. trimulus*. Нижняя граница зоны *barskovi* совпада-

ет с уровнем появления вида *Sweetognathus merrilli* Kozur. Верхняя граница зоны *trimulus* отмечена первым появлением вида *Sw. whitei* (Rhodes). Таким образом, несомненно, что последовательность формаций от Bader Limestone до Matfield Shale, отвечающая указанным выше трем зонам, может рассматриваться как возрастной аналог сакмарского яруса (табл. 4). Примечательно, что в рассматриваемой работе в табл. 29 на фиг. 3 изображена деталь строения свитогнатуса, которого авторы отнесли к *Sw. merrilli* Kozur. Однако на этом фотоизображении отчетливо видны элементы зарождающейся срединной борозды и гантелеобразное строение части нодулей – характерная особенность вида *Sw. anceps* Chern. Этот экземпляр происходит из верхней части формации Wreford (известняк Schroyer), что позволяет грубо сопоставить часть стратозоны *S. trimilus* с уральской стратозоной *Sw. anceps*-*M. bisselli*.

В Калифорнии аналогом тастубского горизонта сакмарского яруса являются пограничные отложения формаций Keeler Canyon и Lone Pine, изученные группой исследователей [51]. Конодонтовая зона **C9**, выделенная в этом интервале, содержит *Sweetognathus merrilli* Kozur и *Mesogondolella lata* (Chern).

Канада

Несомненными аналогами стерлитамакского горизонта сакмарского яруса являются известняки Harper Ranch Group на юге Британской Колумбии, вмещающие характерную ассоциацию конодонтов, описанную М. Очером и П. Форстером [44] как “*Adetognathus* – фауна”. Для этого ком-

плекса они приводят следующий список конодонтов: *Adetognathus paralautus* Orchard, *Sweetognathus inornatus* Ritter, *Neogondolella bisselli* (Clark et Behnken), *Diplognathus sp. A*, *Ellisonia conflexa* (Ellison). Первая из названных в этом списке форм является характерным элементом верхнеасельской-сакмарской уральской ассоциации конодонтов и не встречается до сих пор в артинских отложениях. Вторая форма, названная в работе *Sweetognathus inornatus* Ritter, присутствует в первом комплексе в единственном экземпляре, изображение которого приводится в еще одной работе М. Очера [43]. Судя по изображению, это *Sw. binodosus* Chern., форма, близкая к той, что встречается нами в сакмарских (тастубских) отложениях в Усольском разрезе. Об этом свидетельствуют такие признаки, как значительная разобщенность бугорков карины, их многочисленность и значительный изгиб каринального гребня на заднем конце. Вероятнее всего, что это – позднесакмарская форма. Форма, обозначенная как *N. bisselli* (Clark et Behnken), имеет, как ранее отмечалось, широкий стратиграфический диапазон, и ее первое появление приурочено к низам стерлитамакского горизонта. Конодонт, который назван авторами *Diplognathodus sp. A*, практически неотличим от сакмарских диплогнатодусов из разреза Кондуровка, отнесенных нами к *D. aff. stevensi* Clark et Carr. Таким образом, отложения, вмещающие данный комплекс конодонтов (“Фауна 1”), скорее всего, следует параллелизовать с отложениями стерлитамакского горизонта сакмарского яруса Урала (табл. 5).

В ранней работе М. Очера показано стратиграфическое распределение конодонтов, входящих в

Таблица 5. Схема сопоставления зонального расчленения сакмарских, артинских и кунгурских отложений Канады и Урала.

Британская Колумбия, Канада Orchard, Forster, 1988		Бассейн Свердруп, Канадская Арктика Beauchamp, Henderson, 1994	Урал Черных, 2006	Горизонт	Ярус
LEONARDIAN ?	Фауна	Зоны	Зоны	Саранинский	Кунгурский
	Фауна 4 (частично) <i>Neostreptognathodus ruzhencevi</i>	Зона P9 <i>N. prayi</i> - <i>N. ruzhencevi</i>	<i>N. pnevi</i>		
	Фауна 3 (верхняя) <i>Sweetognathus</i> - <i>Neostreptognathodus pequopensis</i>	Зона P8 <i>N. pequopensis</i> - <i>N. clarki</i>	<i>N. pequopensis</i>	Саргинский	Артинский
	Фауна 3 (нижняя) <i>Sweetognathus</i> - <i>Neostreptognathodus clarki</i>		<i>Sw. clarki</i>	Иргинский	
	Фауна 2 <i>Sw. whitei</i>	Зона P7 <i>M. bisselli</i> - <i>Sw. whitei</i>	<i>Sw. whitei</i>	Бурцевский	
WOLFCAMPIAN	Фауна 1 <i>Adetognathus</i>	Зона P6b <i>Sw. inornatus</i> - <i>A. paralautus</i>	<i>Sw. anceps</i> - <i>M. bisselli</i>	Стерлитамакский	Сакмарский
		Зона P6a <i>M. bisselli</i> - <i>A. paralautus</i>			

этот комплекс ([43], табл. 23.1). Примечательно, что *Sweetognathus aff. Sw. whitei*, который в работе 1988 года [44] отнесен к виду *Sw. inornatus* (= *Sw. binodosus*), появляется раньше *M. bisselli*, т.е. так же, как и в уральских разрезах.

В Арктической Канаде аналогичный комплекс конодонтов, включающий *Sweetognathus inornatus* (= *Sw. binodosus*), *Adetognathus paralautus* и *Mesogondolella bisselli*, описан из верхней части Raanes формации и из нижней части Great Bear Cape формации на территории бассейна Свердруп [19]. Вмещающие этот комплекс конодонтов отложения, несомненно, следует относить к сакмарскому ярусу (табл. 5).

Китай

В Китае конодонты *Sw. inornatus* (= *Sw. binodosus*) найдены в верхней части формации Taiyuan в провинции Anhui, в окрестностях города Huainan [31]. Здесь эти формы встречены совместно с *Sw. whitei* (слой L1). По-видимому, вмещающие отложения относятся к самым низам артинского яруса. В 16.5 м ниже по разрезу встречается характерный комплекс конодонтов нижней и средней зон ассельского яруса. Вполне вероятно, что эти отложения шестнадцатиметровой мощности относятся к верхнему асселю или сакмарскому ярусу.

Разрез Ziyun County в провинции Guizhou [40] содержит ассельские отложения, включая и верхнюю часть (слои 17 – 21), где встречены *Mesogondolella striata* Chern. (согласно определению авторов – *M. bisselli*) и *Adetognathus paralautus* Orchard. Первые свитогнатида, близкие *Sw. anceps* Chern., в этом разрезе указываются в слое 22. Вероятно, этот короткий интервал, включающий часть слоев 21 и 22, соответствует сакмарскому ярусу. Этому заключению не противоречат найденные в этих слоях фузулиниды.

КОРРЕЛЯЦИЯ АРТИНСКОГО ЯРУСА

Степень изученности артинских конодонтов на Урале и, как следствие, возможность использования этой группы для корреляции значительно слабее, чем для ассельского интервала разреза. Это связано с рядом причин, из которых главные – это пониженная встречаемость конодонтов в артинских разрезах Урала, технологические трудности извлечения конодонтов из песчаников, широко развитых в уральских разрезах артинского яруса, относительно низкое систематическое разнообразие и слабо разработанная систематика артинских конодонтов.

Изученные к настоящему времени на Урале артинские конодонты представлены тремя родами: *Mesogondolella*, *Sweetognathus* и *Neostreptognathodus*. Значение представителей этих родов

для определения и трансляции нижней границы артинского яруса неравноценно. Род *Mesogondolella* представлен в интересующем нас интервале космополитным видом *M. bisselli* (Clark et Behnken), который появляется в стерлитамакское время и прослеживается по всему разрезу артинского яруса вплоть до саргинского горизонта включительно. Возможно, что столь длительное существование вида в большей степени связано со слабой изученностью артинских мезогондолелл, а не с действительным эволюционным консерватизмом конодонтов, относимых к данному виду. Вместе с тем, *M. bisselli* является неперменным членом нижнеартинской ассоциации конодонтов как на Урале, так и в разновозрастных разрезах других регионов мира. В иргинском горизонте артинского яруса вместе с *M. bisselli* (Clark et Behnken) присутствует вид *M. laevigata* Chern., известный пока только на Урале.

Как отмечалось ранее, первые типичные представители рода *Sweetognathus* (*S. merrilli* Kozur) появляются в основании сакмарского яруса. В тастубское же время к ним присоединяются *Sw. binodosus* Chern. В позднестерлитамакское время возникают своеобразные конодонты вида *Sw. anceps* Chern., отличающиеся от *Sw. whitei* (Rhodes) главным образом отсутствием полно развитого срединного ребра. Они продолжают встречаться вместе с первыми артинскими *Sw. whitei* (Rhodes). В одной и той же выборке присутствуют формы, близкие названным видам. Очень вероятно, что *Sw. anceps* является предковым по отношению к *Sw. whitei* (Rhodes). Последний вид появляется только с основания артинского яруса. В иргинском горизонте артинского яруса отмечено присутствие *Sw. behnkeni* Kozur – формы, близкой *Sw. whitei* (Rhodes), но с латерально разросшимися бугорками. Здесь же найдены формы, относящиеся к виду *Sw. clarki* (Kozur).

Свитогнатида доминируют в продолжение большей части артинского века. Сказав так, мы должны оговорить используемую нами концепцию рода *Sweetognathus*, разработанную группой исследователей [42]. В соответствии с пропагандируемыми ими представлениями, в состав рода *Sweetognathus* должны войти, кроме традиционных представителей этого рода, некоторое число видов, ранее относимых к роду *Neostreptognathodus*. Я имею в виду тех из них, у которых обнаружено слияние части каринальных зубцов, свойственное свитогнатидам. Это такие конодонты, которые до сих пор назывались *Neostreptognathodus clarki* Kozur, *N. obliquidentatus* Chern., *N. ruzhencevi* Kozur, *N. transitus* Kozur, *N. tschuvashovi* Kozur. Всех названных конодонтов авторы новой концепции рода *Sweetognathus* включают в синонимику первого вида и называют его *Sweetognathus clarki* (Kozur). Мы являемся умеренными сторонниками подобных взглядов и, разделяя представления указанных выше авторов на объем рода *Sweetognathus*, не счи-

таем оправданным столь значительное укрупнение объема вида *Sw. clarki* (Kozur).

Таким образом, в первой половине артинского века, вплоть до иргинского времени включительно, отсутствуют неострептогнатиды, и конодонты представлены преимущественно представителями родов *Mesogondolella*, *Sweetognathus* и очень редко – *Adethognathus*, *Diplognathodus*. Наиболее полезными для корреляции нижней границы артинского яруса является космополитный вид *S. whitei* (Rhodes), как правило, встречающийся в комбинации с *M. bisselli* (Clark et Behnken). В бурцевском же горизонте продолжает существовать *Sw. obliquidentatus* (Chern.) и некоторые новые виды свитогнатусов и мезогондолелл. В иргинском горизонте отмечено появление конодонтов группы *Sw. clarki* (Kozur) и *Mesogondolella laevigata* Chern.

Обратим также внимание на то, что вместе с перечисленными выше конодонтами, характерными для раннеартинского времени, часто встречаются ассельские переотложенные стрептогнатиды, которых Х. Коцур [4] использовал для зонального расчленения и корреляции артинских отложений. Примесь переотложенных ассельских форм в артинских отложениях на Урале полностью исчезает в иргинском горизонте. Таким образом, наличие переотложенных ассельских конодонтов является косвенным указанием на низкое стратиграфическое положение (не выше бурцевского горизонта) отложений внутри артинского яруса.

Первые неострептогнатиды появляются только в саргинском ярусе. Здесь в первую очередь следует назвать космополитный вид *Neostreptognathodus pequopensis* Behnken.

Перечисленными видами почти ограничивается тот арсенал конодонтовых индикаторов нижней границы артинского яруса, который мы имеем в настоящее время для глобального прослеживания этой границы. Однако, несмотря на сравнительно бедный комплекс конодонтов для данного стратиграфического интервала, в силу того, что большинство из названных форм являются космополитами, интересующий нас интервал, на который приходится артинский ярус, может быть указан практически во всех регионах мира, где получили развитие морские отложения соответствующего возраста.

Северная Америка Мидконтинент

В ранних работах американских исследователей [30] нижнюю границу артинского яруса связывали с уровнем первого появления *Neostreptognathodus pequopensis* Behnken. В настоящее время собранные нами данные о распространении этого вида свидетельствуют о значительно более высоком уровне его появления – в саргинском горизонте, где он действительно сосуществует с последними представи-

телями *S. whitei* (Rhodes) – так, как это и указано во всех американских работах.

В упомянутой выше работе Д. Кларка с соавторами рассмотрено распространение конодонтов в пермских отложениях на территории Great Basin. Ими выделена стратиграфическая последовательность ряда комплексов конодонтов. Ими, в частности, выделяется ассоциация (assemblage) конодонтов *Neogondolella bisselli* – *Sweetognathus whitei*, включающая, кроме номинативных видов, представителей родов *Ellisonia*, *Xaniognathus*, *Anchignathodus*, и которая, как они полагают, характеризует верхнестерлитамакскую часть разреза в Техасе, Юте, Айдахо и Неваде. С. Риттер [49] дополнительно отмечает присутствие в этой ассоциации *Sweetognathus adenticulatus*. Стратиграфически более высокий комплекс конодонтов с *Neostreptognathodus pequopensis* рассматривается как раннеартинский.

Как говорилось выше, уровень появления *N. pequopensis* на Урале располагается в основании саргинского горизонта и является верхнеартинским. По-видимому, нижнюю границу артинского яруса в пределах Oquirrh формации (северо-западная часть штата Юта) было бы правильнее размещать по уровню первого появления *Sw. whitei* (Rhodes). Эта форма вместе с *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken) была найдена в верхней части разреза Spanish Fork формации Quirrh в пачке пакстоуна, которая, на наш взгляд, является нижнеартинской. Присутствие среди конодонтов *Streptognathodus elongatus* Gunnell на данном стратиграфическом уровне, скорее всего, следует связывать с переотложением.

Ф. Родс [46] впервые описал *Sw. whitei* из песчаных известняков в самой верхней части песчаников Tensleep одноименной формации (Mayoworth, штат Wyoming). Как и в формации Quirrh, здесь вместе с *Sw. whitei* присутствуют многочисленные стрептогнатодусы, которые Родс в большинстве определил как *S. elongatus* Gunnell и единственный экземпляр – как *S. wabaunsensis* Gunnell. Судя по приведенным в работе изображениям стрептогнатодусов, среди них, кроме *S. elongatus* Gunnell, присутствуют среднеассельские и верхнеассельские представители этого рода, которые, вероятно, являются переотложенными из более древних пород. Экземпляры *Sw. whitei*, присутствующие в этом комплексе, по внешним признакам являются эволюционно незначительно продвинутыми и, вероятнее, они нижнеартинские – не выходящие за пределы бурцевского горизонта. К сожалению, более точной оценке стратиграфического положения вмещающих известняков мешает несогласное залегание на них сланцев Opesche.

Анализ эволюционного развития представителей рода *Sweetognathus* выполнил С. Риттер [48], детально проследив стратиграфическое распро-

странение конодонтов в сакмарско-артинском интервале разрезов восточного Канзаса (Chase Group), западной части штата Юта (Burbank Hills), Невады (Riepetown Formation, Moorman Ranch) и штата Вайоминг (верхняя часть формации Tensleep Sandstone). Он был одним из первых, кто, с нашей точки зрения, правильно поместил зону *Sw. whitei* – *M. bisselli* в основание артинского яруса и связал его нижнюю границу с уровнем появления *Sw. whitei* (Rhodes). Основываясь на данных этого автора, можно сделать следующие выводы. Для Chase Group нижняя граница артинского яруса лежит в основании известняков Florence восточного Канзаса, где стратиграфически ниже уровня появления *Sw. whitei* обнаружен его эволюционный предшественник – вид *Sw. inornatus* (= *Sw. binodosus*). Менее уверенно нижняя граница артинского яруса может быть указана для западной Юты, в 6 м выше основания формации Riepetown, где *Sw. whitei* и *Sw. inornatus* найдены в одной пробе. В Неваде *Sw. whitei* встречается по всему разрезу той же самой формации мощностью почти 300 м, начиная с уровня, лежащего на 10 м выше основания разреза. Однако, как и в предыдущем случае, сопутствующий комплекс форм не позволяет однозначно решить вопрос о первом появлении этого вида. С. Риттер повторил вслед за Ф. Родсом опробование разреза в верхней части песчаников Tensleep (штат Вайоминг) и нашел в 9 м ниже кровли несколько экземпляров *Sw. whitei*, *Sw. inornatus* и *Sw. adenticulatus*. Совместное нахождение этих форм позволяет предполагать, что вмещающие их отложения относятся к основанию артинского яруса.

Д. Боардман с соавторами [24] установили зону *S. florensis*, охватывающую отложения формации Barneston. Базальная часть этой формации представлена известняками Florence, где, кроме вида-индекса, отмечено присутствие *Sw. merrilli* Kozur и *Sw. whitei* (Rhodes). Среди экземпляров, отнесенных авторами к последнему виду, в отложениях Florence встречаются, формы с неполно развитым срединным ребром (табл. 29, фиг. 6), которые, с нашей точки зрения, следует относить к *Sw. anceps* Chern. Совместное нахождение *Sw. anceps* и *Sw. whitei* в известняках Florence свидетельствует о раннеартинском (бурцевском) возрасте этих известняков (табл. 4).

Канада Британская Колумбия

Ч. Хендерсон и А. Мак Гуган [34] описали ряд конодонтов из пермских отложений группы Ishbel, обнажающихся в юго-западной части Альберты и на юго-востоке Британской Колумбии. Я приведу здесь перечень тех конодонтов, которые, несомненно, являются артинскими. Классическая для низов артинского яруса пара видов *M. bisselli* (Clark et Behnken) и *Sweetognathus whitei* (Rhodes) ука-

зана для нижней части формации Ross Creek (зона 3). В следующей зоне 4, в пределах этой же формации, найдены конодонты *Neostreptognathodus pequopensis* Behnken и *N. exsculptus* Igo. Первый из названных видов не появляется на Урале ранее саргинского горизонта. Что касается второго вида *N. exsculptus* Igo, то он появляется в основании кунгурского яруса [38]. Однако есть определенные сомнения в правильности определения этого вида. Так, форма, изображенная на фиг. 8.4, имеет четко выраженную асимметрию в расположении свободного листа, составляющего одно целое с левым парапетом, что не является характерным для типичного вида *N. exsculptus* Igo. Рациональнее поэтому ориентироваться на первое появление зонального вида *N. pequopensis* Behnken, и зону 4 коррелировать с саргинским горизонтом. В терминальной для формации Ross Creek зоне 5 указано присутствие конодонтов *N. ruzhencevi* Kozur и *N. pnevi* Kozur. Фотоизображения последнего вида, приведенные в работе [34] на фиг. 8.11–14, и сама концепция вида *N. pnevi* Kozur (р. 232) говорят о том, что под *N. pnevi* Kozur авторы работы понимают нечто отличное от вида, установленного Х. Коцуром [4]. К *N. ruzhencevi* Kozur также отнесены только те формы, которые характеризуются асимметричным положением свободного листа, слитым с правым или с левым парапетами. В оригинальном диагнозе вида [39] эта особенность автором не была указана. Таким образом, зона 5, представляющая верхнюю часть формации Ross Creek, может быть все еще артинской или нижней частью кунгурского яруса.

М. Очер вначале один [43], а затем в соавторстве с П. Форстером [44] описал конодонты из сакмарско-артинских отложений Harper Ranch на юге центральной части Британской Колумбии, в районе карьера Kamloops. Им выделена стратиграфическая последовательность четырех конодонтовых комплексов. Здесь представляет интерес характеристика второго и третьего комплексов, названных соответственно “*Sweetognathus whitei* фауна” и “*Sweetognathus* – *Neostreptognathodus* фауна”. Фауна 2 “*Sweetognathus whitei*” характеризуется номинативным видом, который развивается, по мнению М. Очера, из *Sweetognathus inornatus* (= *Sw. binodosus*) одновременно с исчезновением *Adetognathus*. Регулярно встречается *Ellisonia* и *Hindeodus*, тогда как род *Mesogondolella* представлен скудно. Представители рода *Diplognathodus* встречаются спорадически, но иногда преобладают среди прочих конодонтов. Кроме этого, встречаются единичные *S. behnkeni* Kozur, и *Neogondolella n. sp. A*.

Наиболее информативным в представленном комплексе является *S. whitei* (Rhodes), который в уральских разрезах до сих пор не известен ранее бурцевского горизонта. То же самое можно сказать и о другом родственном виде – *Sw. behnkeni* Kozur, который встречен нами в Тюлькаском разрезе, не-

сколько выше уровня первого появления *S. whitei* (Rhodes), уже в пределах нижней части иргинского горизонта. В этом же местонахождении обнаружен *Sw. clarki* (Kozur). Близкое стратиграфическое положение этого вида зафиксировано в нижней части актастинского подъяруса в разрезе Актасты на Южном Урале. *Mesogondolella bisselli* – постоянно сопутствующий вид в раннеартинской ассоциации конодонтов. Все данные говорят о том, что указанный М. Очером комплекс конодонтов “фауны 2” находится в нижней половине артинского яруса, и его появление определяет нижнюю границу возрастных аналогов артинского яруса в Британской Колумбии.

В нижней части распространения “фауны 3” отмечено появление вида *Sweetognathus clarki* (Kozur), который в уральских разрезах характеризует иргинский горизонт. В верхних горизонтах распространения “фауны 3” встречен вид *Neostreptognathodus pequopensis* Behnken, первое появление которого в уральских разрезах отмечается, начиная с саргинского горизонта.

И, наконец, присутствие видов *Neostreptognathodus sulcoplicatus* (Youngquist, Hawley et Miller) *N. ruzhencevi* Kozur в интервале распространения “фауны 4” позволяет наметить верхнюю границу артинского яруса (табл. 5).

Следует обратить внимание на тот факт, что в рассмотренном районе (как и на территории Северной Америки в целом) первые неострептогнатодусы появляются в разрезе выше уровня исчезновения *S. whitei* или незначительно его перекрывают. Во всяком случае, в основании разрезов артинского яруса в Северной Америке, где распространен комплекс конодонтов зоны *S. whitei* – *M. bisselli*, неострептогнатодусы отсутствуют. В уральских разрезах наблюдается совершенно та же картина: появление первых неострептогнатодусов в саргинском горизонте застает *S. whitei* в завершающей стадии его существования. В конце саргинского времени на Урале типичные *Sw. whitei* полностью исчезают.

Канадский Арктический архипелаг

Детальное изучение конодонтов из формаций Raanes, Great Bear Cape и Trappers Cove бассейна Sverdrup [19] позволило авторам предложить зональное расчленение сакмаро-артинских образований на ряд зон, которые можно сопоставить с уральскими зонами (табл. 5).

Позднее Ч. Хендерсон дал краткое изложение этих данных в тезисной форме [33]. В частности он отмечает, что характерный комплекс конодонтов, включающий *Sweetognathus whitei* (Rhodes) и *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken), найден им в самой верхней части формации Raanes и в нижней части формации Great Bear Cape. Подстилающие отложения содержат типичный сакмарский комплекс конодонтов (*Sweetognathus merrilli*, *Mesogondolella*

bisselli, *Adetognathus paralautus*), а перекрывающие – иргинско-саргинский (*Sweetognathus clarki*, *N. pequopensis*). Таким образом, в разрезах отложений бассейна Sverdrup четко фиксируется нижняя граница артинского яруса по появлению *S. whitei* (Rhodes).

Там же Ч. Хендерсон [33] в верхней части разреза Great Bear Cape формации выделяет зону *Neostreptognathodus ruzhencevi* (= *N. aff. ruzhencevi*), которая располагается непосредственно выше пород с *N. pequopensis* и *N. clarki* (= *Sweetognathus clarki*). Хендерсон отметил, что среди конодонтов, которые он обнаружил в этой зоне, часть экземпляров *N. aff. ruzhencevi* представлена формами, переходными к *N. pnevi*. По-видимому, отложения зоны *N. ruzhencevi* являются пограничными между артинским и кунгурским ярусами. На нашей корреляционной схеме (табл. 5) они условно отнесены к кунгурскому ярусу.

Южная Америка Боливия

Конодонтам и биоистратиграфии верхнего карбона и нижней перми (до артинского яруса включительно) Боливии посвящена работа группы авторов [47]. В пределах 215-м интервала карбонатного разреза формации Sorocabana ими установлена последовательность четырех комплексных зон: *S. elongatus*, *I. ellisoni*, *M. bisselli*-*Sw. whitei* и *N. pequopensis*-*Sw. behnkeni*. Среди конодонтов, присутствующих в первой зоне, можно опознать *S. mizensi* Chern. (табл. 19.1, фиг. 1, 12) и *S. constrictus* Reshetkova et Chern. (там же, фиг. 4). Эти виды характерны для среднего асселя Урала (зона *constrictus*). О сопоставлении второй зоны с уральскими возрастными аналогами ничего определенного сказать нельзя, так как номинальный вид этой зоны *I. ellisoni* Clark et Behnken на Урале не найден, а о сопутствующих конодонтах в работе ничего не сказано. Следующая комплексная зона *M. bisselli*-*Sw. whitei* в изученных разрезах охарактеризована, по мнению авторов, только номинальными видами. Однако в таблице фотоизображений найденных экземпляров можно опознать морфотип, переходный от *Sw. binodosus* Chern. к *Sw. anceps* Chern. (табл. 19.2, фиг. 10), и *Mesogondolella lacerta* Chern. (там же, фиг. 14). Оба названных вида рода *Sweetognathus* и *M. lacerta* встречаются в основании рассматриваемой зоны, и эта часть разреза не моложе сакмарского яруса. Более высокий интервал разреза является артинским и фиксируется по уровню появления *Sw. whitei* (Rhodes). Наконец, последний интервал разреза, отнесенный к зоне *N. pequopensis*-*Sw. behnkeni*, продолжает артинский ярус. Вид *N. pequopensis* Behnken на Урале появляется не ранее саргинского горизонта, а *M. bisselli* (Clark et

Таблица 6. Схема сопоставления зонального расчленения сакмарско-артинских отложений Боливии (формация Копакабана) и Урала.

Ярус	Формация	Южная Америка, Боливия (Riglos, Hünicken, Merino, 1987)	Урал Черных, 2006	Горизонт	Ярус
? LEONARDIAN	COPACABANA	<i>N. pequopensis</i> - <i>Sw. behnkeni</i>	<i>N. pequopensis</i>	Саргинский	Артинский
		<i>M. bisselli</i> - <i>Sw. whitei</i>	<i>Sw. clarki</i>	Иргинский	
			<i>Sw. whitei</i>	Бурцевский	
WOLFCAMPIAN		<i>M. bisselli</i> - <i>Sw. whitei</i> (part)	<i>Sw. anceps</i> - <i>M. bisselli</i>	Стерлитамакский	Сакмарский

Benken) не проходит в этот горизонт. В боливийском разрезе эти два вида также не встречаются совместно. Весьма вероятно, что последняя комплексная зона является саргинской (табл. 6).

Китай

В разрезе Luosu (Luodian, провинция Guizhou) Ванг Жи-хао [55] отмечает присутствие *Sw. whitei* в 316 м от основания разреза. Ниже этого уровня находится интервал (слой 32) в 3.8 м с бедной фауной мезогондолелл – *M. bisselli* и, вероятно, переотложенной среднеассельской *M. dentiseparata*. Еще ниже на протяжении 13.2 м прослежена ассоциация конодонтов, постоянным членом которой является *Sw. binodosus* и *M. bisselli*. Таким образом, в рассмотренном разрезе установлена классическая последовательность *Sw. binodosus*–*Sw. whitei* с небольшим разрывом в 3.8 м, где отсутствуют оба эти вида. Судя по морфологическим особенностям вида *S. whitei*, представленного довольно развитыми формами, можно полагать, что нижняя граница артинского яруса находится внутри слоя 32, за время формирования которого произошла трансформация *Sw. binodosus* в *Sw. whitei*.

В более поздней работе [54] этим же автором получены данные о распределении конодонтов в этом же разрезе и предложена схема зонального расчленения возрастных аналогов ассельского, сакмарского, артинского и кунгурского ярусов. Судя по приведенным данным, аналогом артинского яруса в разрезе Luosu является 88-м интервал (слои 11–21), отнесенный к зонам *whitei* и *pequopensis*. В пределах первой из них, кроме вида-индекса, встречаются *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken), *M. striata* (Chern.) и *Sweetognathus inornatus* Ritter (= *Sw. binodosus*). Для зоны *pequopensis* вместе с видом-индексом встречается *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken), *Sweetognathus inornatus* Ritter (= *Sw. binodosus*) и *Neostreptognathodus* sp.

Корея

Южнокорейский исследователь Су-Ин Пак [52] обнаружил в известняках формации Unamasa, в

районе угольного месторождения Mungyeong, характерную ассоциацию конодонтов, включающую *Streptognathodus elongatus*, *Idiognathodus ellisoni* (= *S. wabaunsensis*), *Sweetognathus whitei*. Этот комплекс конодонтов практически тождествен тому, что был открыт Родсом в песчаниках Tensleep Вийоминга. Очень вероятно, что нижняя граница артинского яруса в разрезе, который приведен в работе под названием “stream bed”, расположена в 18 м выше его основания, где отмечено первое появление *Sw. whitei*.

КОРРЕЛЯЦИЯ КУНГУРСКОГО ЯРУСА

В настоящее время нижняя граница кунгурского яруса совмещается с основанием саранинского горизонта, и в качестве лимитотипа предложен разрез переходных артинско-кунгурских отложений на реке Юрюзань у села Мечетлино [10, 12].

На границе артинского и кунгурского ярусов в уральских разрезах некоторые виды неострептогнатусов, такие как *N. pequopensis* Behnken и *N. ruzhencevi* Kozur, обнаруживают редукцию каринальных зубцов в передней части парапетов. Образуется характерный морфотип, обладающий парапетами гладкими в передней и зазубренными в задней половине платформы. В качестве самостоятельного вида он был описан Х. Коцуром на уральском материале из саранинского горизонта под названием *N. pnevi* Kozur. Нижняя граница кунгурского яруса проводится по уровню появления *N. pnevi* в хроноклине *N. pequopensis*–*N. pnevi* и в хроноклине *N. ruzhencevi*–*N. aff. pnevi*. Впоследствии *N. pnevi* был обнаружен в ряде районов Северной Америки (США, Канада) и, как мы полагаем (см. ниже), – в Китае. Вместе с этим морфотипом на Урале продолжают существовать ранее появившиеся *N. pequopensis*, *N. ruzhencevi* и вновь возникшие своеобразные коротко живущие виды *N. kamajensis* Chern., *N. clinei* Behnken с узкими парапетами, несущими частую поперечную штриховку, и *N. pseudoclinei* Kozur с узким желобом между гладкими и тесно сближенными парапетами. В пределах кунгурского яруса выделено две зоны – зона *pnevi*, отвечающая саранинскому горизонту, и зона *clinei*, соответствующая филипповскому горизонту.

Заметим, что к началу кунгурского века на Урале полностью исчезают доминирующие в артинском веке вид *Mesogondolella bisselli* (Clark et Behnken) и *Sweetognathus whitei* (Rhodes), причем сохраняющиеся свитогнатиды, близкие последнему виду, обнаруживают заметную редукцию каринальных зубцов: число парных зубцов уменьшается, часть зубцов теряет свою пару и т.п. Такие аберрантные формы на близком стратиграфическом уровне встречаются в ряде разрезов на Урале и в Китае.

Таковы основные особенности комплекса кунгурских конодонтов, на основе которых можно проследить нижнюю границу кунгурского яруса за пределами уральского региона.

Северная Америка

Наиболее ранние сведения о конодонтах из отложений, одновозрастных кунгурскому ярусу, были впервые получены Ф. Бенкеном [20]. Наибольший интерес представляют результаты изучения конодонтов из разрезов на территории штата Невада (формации Pequor и Kaibab), откуда были описаны виды *N. pequopensis* Behnken, *N. sulcopicatus* Youngquist, Hawley et Miller, *N. clinei* Benken и *N. prayi* Behnken. Выделено несколько комплексных зон. Зона *N. pequopensis* включает нижнюю и среднюю часть Лэнарда и соответствует на Урале саргинскому горизонту артинского яруса и саранинскому горизонту кунгурского яруса. Верхнюю часть Лэнарда (или Cathedralian, по тейксаскому стандарту) составляет комплексная зона *N. sulcopicatus*–*N. prayi*. Вместе с видами-индексами в этой зоне присутствует *N. clinei* Behnken, а в более поздней работе [21] в зоне *N. sulcopicatus* на территории штата Айдахо отмечены находки *N. pnevi* Kozur. На Урале совместное нахождение *N. clinei* Behnken и *N. pnevi* Kozur определяет филипповский горизонт кунгурского яруса. Таким образом, филипповский горизонт может быть на этом основании сопоставлен с отложениями формаций Grandeur и Kaibab. Более высокая часть американских разрезов содержит виды, которые пока неизвестны на территории Урала.

Стратиграфически важный вид *N. pnevi* Kozur, уровень первого появления которого определяет нижнюю границу кунгурского яруса, встречен также в ряде районов Канады и США: в Арктической Канаде [33], на юго-востоке штата Айдахо, северо-востоке штата Юта, северо-востоке Невады [56]. Однако далеко не во всех разрезах, где сделаны такие находки, можно установить уровень первого появления *N. pnevi* Kozur. Наиболее обычной является ситуация, когда этот вид присутствует в комплексе с такими формами, как *N. sulcopicatus* Y., H. et M., *N. prayi* Behnken, неизвестными на Урале, но, по-видимому, занимающими более высокое положение, чем уровень перво-

го появления *N. pnevi*. Самым близким по времени появления к *N. pnevi* является *N. prayi*, и присутствие этих двух видов совместно с *N. clinei* (без *N. sulcopicatus*), может быть использовано для грубой корреляции нижней части кунгурского яруса Северной Америки и Урала.

Так, на северо-западе территории штата Юта, в разрезе Grandeur формации, входящей в группу Park City в Cedar Range, Б. Вардлоу и Коллинсон [56] выделили 50-м зону, в пределах которой встречается *N. pnevi* Kozur совместно с *N. tschuvashovi* Kozur. Последний вид на Урале известен из верхнеартинских отложений. Непосредственно выше кровли этой зоны появляется *N. prayi*. По всей вероятности, именно в этом интервале, ближе к его нижней части, следует помещать нижнюю границу кунгурского яруса.

Безусловно, к кунгуре следует отнести нижнюю часть известняков Kaibab (до уровня появления *N. sulcopicatus*) в Неваде и Юте. Однако вопрос о точном положении аналога нижней границы кунгурского яруса остается открытым, так как здесь *N. pnevi* присутствует совместно с *N. prayi* Behnken, *Sweetina festiva* (Bender et Stoppel), что указывает на более высокое стратиграфическое положение вмещающих пород.

Наиболее благоприятным для определения обсуждаемого уровня нам представляется разрез в Стеклоных горах (Glass Mountains) Восточного Техаса, где в 15 м от основания Skinner Ranch формации отмечается первое появление примитивных *N. pequopensis*, что соответствует уровню саргинского горизонта. *N. pnevi* в этом разрезе появляется на 33 м выше уровня первого появления *N. pequopensis*, и еще через 31 м сделана первая находка *Mesogondolella idahoensis* Y., H. et M. Этот разрез примечателен тем, что он дает представление о хронологическом порядке следования названных видов конодонтов. Вероятно, именно в этом разрезе наиболее четко можно провести нижнюю границу кунгурского яруса по уровню появления *N. pnevi*.

В 1979 г. группа американских исследователей опубликовала результаты длительного изучения пермских конодонтов на территории Great Basin [30]. Из этих данных мы выделим находку вида *N. pnevi* Kozur (названного в работе *Neostreptognathodus n. sp. D*) в известняках Kaibab штата Невада. Авторы указывают комплекс *N. prayi*–*N. n. sp. D* – *Neogondolella idahoensis*, который характеризует главным образом Лэнард и располагается непосредственно выше комплекса *N. pequopensis*. Однако в работе не приводятся подробные сведения о реальном распространении названных видов по разрезу. И можно только предполагать, что уровень первого появления вида *N. n. sp. D* отбивает нижнюю границу кунгурского яруса в отложениях известняка Kaibab.

В Канадском арктическом архипелаге, на территории бассейна Sverdrup, Ч. Хендерсон [33] в разрезе Great Bear Cape формации выделяет зону *N. ruzhencevi* (= *N. aff. ruzhencevi*), которая располагается непосредственно выше пород с *N. pequopensis* и *N. clarki* (= *Sweetognathus clarki*). Хендерсон отметил, что среди конодонтов, которые он обнаружил в этой зоне, часть экземпляров *N. aff. ruzhencevi* представлена формами, переходными к *N. pnevi*. По-видимому, в пределах развития отложений зоны *N. ruzhencevi* располагается нижняя граница кунгурского яруса.

Китай

В работе китайских авторов [36], посвященной конодонтам из шельфовых фаций Ziyun County провинции Guizhou, среди форм, определенных как *N. pequopensis*, мы обнаружили экземпляры (табл. II, фиг. 9, 14), имеющие явные признаки редукции зубцов в передней части парапетов. Эти экземпляры правильнее относить к *N. pnevi*. Они найдены в слое 35 вместе с *N. sulcoplicatus*. Этот уровень, несомненно, более высокий, чем интересующая нас нижняя граница кунгурского яруса. Но несомненным и чрезвычайно важным является факт обнаружения *N. pnevi* Kozur в указанном разрезе. По-видимому, более тщательные поиски в отложениях, подстилающих слой 35, позволят найти уровень первого появления *N. pnevi* Kozur и тем самым указать положение нижней границы кунгурского яруса в данном разрезе.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги выполненной работы, можно отметить, что предложенная нами зональная шкала по конодонтам позволяет выполнить корреляцию нижних границ ярусных подразделений верхнего карбона и нижнего отдела Пермской системы в весьма удаленных от Урала регионах (США, Канада, Боливия, Китай, Иран).

Что касается сопоставления внутриярусных подразделений, то наиболее обнадеживающие результаты достигнуты при корреляции гжельских образований Урала и Северной Америки (Мидконтинента). Во всяком случае, можно констатировать наличие единой для указанных регионов последовательности видов-индексов конодонтов, включающей (стратиграфически снизу вверх): *Streptognathodus firmus* Kozitskaya – *S. simulator* Ellison – *S. vitali* Chernykh – *S. virgilicus* Ritter – *S. bellus* Chernykh et Ritter – *S. wabaunsensis* Gunnell – *S. isolatus* Chernykh, Ritter et Wardlaw, – в интервале от верхней части касимовского до нижней части ассельского ярусов.

Некоторое снижение детальности корреляции нижнепермских внутриярусных стратонев напри-

мую зависит от разницы в степени изученности конодонтов в том или другом регионе. К сожалению, в последнее десятилетие наблюдается общее неуклонное постепенное снижение активности ведения палеонтолого-стратиграфических исследований со всеми вытекающими из этого последствиями. Приятным исключением из этой тенденции является рост палеонтолого-стратиграфических работ в Китае. И по мере роста количества и качества публикаций, посвященных, в частности, результатам изучения нижнепермских конодонтов, все более возрастают возможности опознания уральских стратиграфических реперов на территории этого региона, в частности на территории Южного Китая.

Остаются проблематичными определение и корреляция верхней границы кунгурского яруса (и, следовательно, верхней границы Западноуральского отдела пермской системы) в связи с тем, что попытки найти конодонтов в отложениях соликамского горизонта пока не принесли положительных результатов. Результаты изучения конодонтов казанского яруса из стратотипических разрезов Среднего Поволжья и Прикамья [11] позволяют только вчерне наметить возможное решение данного вопроса. Описанные в указанной работе казанские конодонты относятся к двум родам – *Stepanovites* и новому роду *Kamagnathus*, который представлен в изученной коллекции двумя новыми видами – *Kamagnathus khalimbadzhai* Chern. и *K. volgensis* Chern. **Первый из названных видов** появляется с самого основания казанского яруса (в байтуганских слоях), а второй – в верхней части верхнеказанского подъяруса (в “модиоловом горизонте”). Присутствие совершенно такого же морфотипа Ра элемента, как у *Kamagnathus*, отмечено на севере территории штата Юта (США) в пределах зоны *Neogondolella serrata* – *Neostreptognathodus newelli* – *Penicularis bassi* (зона 3, по [57]). Камагнатусы также встречены в самых низах зоны *Neogondolella phosphorensis*–*Thamnosia depressa* (зона 4, по тому же источнику) вместе с первыми *N. phosphorensis* Y., H. et M., но до сих пор не были найдены вместе с первыми мерриллинами *Merrillina galeata* (Bender et Stoppel), что позволяет коррелировать казанский ярус с Road Canyon формацией североамериканского регионального стандарта. Маловероятно, чтобы верхнеказанский подъярус вышел за пределы Роуда, так как в большой коллекции казанских конодонтов не обнаружилось ни одного экземпляра мерриллин, появляющихся не ранее Роуда.

Однако для полной ясности в отношении уровня первого появления камагнатусов необходимо выяснить, действительно ли именно камагнатусы (а не *Sweetina*) первыми появляются в низах зоны 3. Не менее важно установить эволюционных предшественников для группы “неплатформенных” (nonplatform) конодонтов, что позволило бы с пол-

ной определенностью указать уровень возникновения первых камагнатусов.

Работа выполнена при финансовой поддержке УрО РАН (проект № 12-У-5-1007).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсков И.С., Алексеев А.С., Горева Н.В. и др. Зональная шкала карбона Восточно-Европейской платформы по конодонтам // Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы. М.: МГУ, 1984. С. 143–151.
2. Горева Н.В., Алексеев А.С. Конодонтовые зоны верхнего карбона России и их глобальная корреляция // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2010. Т. 18, № 6. С. 35–48.
3. Козицкая Р.И., Косенко З.А., Липнягов О.М., Немировская Т.И. Конодонты карбона Донецкого бассейна. Киев: Наукова думка, 1978. 136 с.
4. Мовшович Е.В., Коцур Х., Павлов А.М. и др. Комплексы конодентов нижней перми Приуралья и проблемы корреляции нижнепермских отложений // Конодонты Урала и их стратиграфическое значение. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1979. С. 94–131.
5. Опорный разрез пограничных слоев карбона и перми юга Восточно-Европейской платформы (гжельский и ассельский ярусы, скважина № 4199 Скосырская). Л.: Наука, 1983. 123 с.
6. Рассказова Н.Б. Конодонты карбона и перми из разреза Заладу (Восточный Иран) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85, № 6. С. 28–40.
7. Черных В.В. Зональные подразделения верхнего карбона на Южном Урале по конодонтам // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: мат-лы Всерос. совещ. Уфа: Гилем, 2000. С. 100–101.
8. Черных В.В. Зональная шкала касимовского и гжельского ярусов по конодонтам рода *Streptognathodus* // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 302–306.
9. Черных В.В. Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. 217 с.
10. Черных В.В. Нижнепермские конодонты Урала. Екатеринбург: УрО РАН., 2006. 130 с.
11. Черных В.В., Халымбаджа В.Г., Силантьев В.В. Представители рода *Kamagnathus* gen. nov. (конодонты) из отложений казанского яруса Поволжья // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала. Вып. 6. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. С. 74–82.
12. Чувашиов Б.И., Черных В.В. Кунгурский ярус общей стратиграфической шкалы Пермской системы // Докл. АН. 2000. Т. 375, № 3. С. 370–374.
13. Alekseev A.S., Goreva N.V. Conodont zonation for the Type Kasimovian and Gzhelian stages in the Moscow Basin, Russia // Proceeding of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy / Th.E.Wong (ed.): Utrecht, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. 2007. P. 229–242.
14. Alekseev A.S., Goreva N.V., Isakova T.N. et al. Gzhel section. Stratotype of Gzhelian Stage // Type and reference Carboniferous sections in the South part of the Moscow Basin. Field trip guidebook of International Field Meeting of the I.U.G.S. Subcommittee on Carboniferous Stratigraphy “The historical type sections, proposed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia”. Moscow: Paleontological Institute of RAS, 2009. P. 115–137.
15. Barrick, J. E., Boardman, D. R. Stratigraphic distribution of morphotypes of *Idiognathodus* and *Streptognathodus* in Vissoirian – Lower Virgilian Strata, North-Central Texas // Middle and Late Pennsylvanian chronostratigraphic boundaries in north-central Texas: glacial-eustatic events, biostratigraphy, and paleontology. Texas Tech University Studies in ecology. 2. 1989. P. 167–188.
16. Barrick J.E., Heckel P.H. A provisional conodont zonation for Late Pennsylvanian (late Late Carboniferous) strata in Midcontinent region of North America // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2000. № 18. P. 15–22.
17. Barrick J.E., Heckel P.H., Boardman D.R. *Idiognathodus simulator* (Ellison, 1941) and *I. eudoraensis* n. sp., members of a chronostratigraphically significant group of Late Pennsylvanian (late Kasimovian-early Gzhelian) conodonts with asymmetrically grooved P₁ elements // Micropaleontology. 2008. V. 54, № 2. P. 125–137.
18. Barrick J.E., Lambert L.L., Heckel P.H., Boardman D.R. Pennsylvanian conodont zonation for Midcontinent North America // Revista Espanola de Micropaleontologia. 2004. V. 36. P. 231–250.
19. Beauchamp B., Henderson Ch. The Lower Permian Raanes, Great Bear Cape and Trappers Cove formations, Sverdrup Basin, Canadian Arctic: stratigraphy and conodont zonation // Bull. Canadian Petroleum Geology, 1994. V. 42, № 4. P. 562–597.
20. Behnken F.H. Leonardian and Guadalupian (Permian) conodont biostratigraphy in western and southwestern United States // J. Paleont. 1975. V. 49, № 2. P. 284–315.
21. Behnken F.H., Wardlaw B.R., Stout L.N. Conodont biostratigraphy of the Permian Meade Peak Phosphatic Shale Membra, Phosphoria Formation, southeastern Idaho // Contributions to Geology, University of Wyoming 1986. V. 24, № 2. P. 169–190.
22. Boardman, D.R., II. Virgilian and lowermost Permian sea-level curve and cyclothems // Guidebook, Fieldtrip #8, XIV International Congress on the Carboniferous-Permian / P.H. Heckel (ed.). Kansas Geological Survey Open File Report 99-27. 1999. P. 103–118.
23. Boardman, D.R., Heckel, P.H., Work, D.M. Conodont and ammonoid distribution of proposed Kasimovian-Gzhelian boundary in lower Virgilian strata in North American Midcontinent // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2006. V. 4. P. 29–34.
24. Boardman D.R., Wardlaw B.R., Nesteei M.K. Stratigraphy and Conodont Biostratigraphy of Uppermost Carboniferous and Lower Permian from North American Midcontinent // Kansas Geological Survey. 2009. Bull. 255. P. 42.
25. Chernykh V.V., Ritter S.M. Preliminary biostratigraphic assesment of conodonts from the proposed Carboniferous-Permian boundary stratotype, Aidaralash Creec, Northern Kazakhstan // Permophiles. 1994. № 25. P. 4–7.
26. Chernykh V.V., Ritter S.M. Conodont biostratigraphy of the Nikolsky section (Southern Urals): a progress report // Permophiles. 1996. № 29. P. 37–40.
27. Chernykh V.V., Ritter S.M. *Streptognathodus* (cono-

- donta) succession at the proposed Carboniferous-Permian boundary stratotype section, Aidaralash Creek, Northern Kazakhstan // *J. Paleontol.* 1997. V. 71, № 3. P. 459–474.
28. Chernykh V.V., Ritter S.M., Wardlaw B.R. Streptognathodus isolatus new species (Conodonta): proposed index for the Carboniferous-Permian boundary // *J. Paleontol.* 1997. V. 71, № 1. P. 162–164.
 29. Clark D.L. Factors of Early Permian conodont paleoecology in Nevada // *J. Paleontol.* 1974. V. 48, № 4. P. 710–720.
 30. Clark D.L., Carr T.R., Behnken F.H. et al. Permian Conodont Biostratigraphy in the Great Basin // *Brigham Young University Geology Studies.* 1979. V. 26, Part 3. P. 143–150.
 31. Ding Hui, Wan Shilu. The Carboniferous-Permian conodont event-stratigraphy in the South of the North China Platform // *Cour. Forschungsinst. Seckenberg.* 1990. V. 118. P. 131–155.
 32. Heckel P.H., Alekseev A.S., Barrick J.E. et al. Cyclothem (“digital”) correlation and biostratigraphy across the global Moscovian-Kasimovian-Gzhelian stage boundary interval (Middle-Upper Pennsylvanian) in North America and eastern Europe // *Geology.* 2007. V. 35. P. 607–610.
 33. Henderson, Ch.M. Correlation of Cisuralian and Guadalupian stages in the Sverdrup Basin, Canadian Arctic archipelago // *XIV ICCP. Pander Society. Can. Paleontol. Conf. Abstrs. Calgary.* 1999. P. 57–58.
 34. Henderson, Ch. M., McGugan, A. Permian conodont biostratigraphy of the Ishbel Group, southwestern Alberta and southeastern British Columbia // *Contributions to Geology, University of Wyoming.* 1986. V. 24. P. 219–235.
 35. Henderson Ch.M., Pinard S., Beauchamp B. Biostratigraphic and sequence stratigraphic relationships of Upper Carboniferous conodont and foraminifer distribution, Canadian Arctic Archipelago // *Bull. Canad. Petrol. Geology.* 1995. V. 43. P. 226–246.
 36. Kang Pei-quan, Wang Cheng-yuan and Wang Zhi-hao. Carboniferous-Permian conodont biostratigraphy in the shelf facies of Ziyun County, Guizhou // *Acta micropalaeontologica Sinica.* 1987. V. 4, № 2. P. 179–198.
 37. Kozur H. Beiträge zur Stratigraphie des Perm // *Teil II: Die Conodontenchronologie des Perms. Freiburger Forsch. H. C 334. Leipzig.* 1978. S. 85–161.
 38. Kozur H. Permian conodont zonation and its importance for the Permian stratigraphic standard scale // *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck.* 1995. Bd. 20. S. 165–205.
 39. Kozur H., Mostler H. Neue Conodonten aus dem Jungpaläozoikum und der Trias // *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck.* 1976. Bd. 6, 3. S. 1–33.
 40. Kang Pei-quan, Wang Cheng-yuan, Wang Zhi-hao. Carboniferous-Permian conodont biostratigraphy in the shelf facies of Ziyun County, Guizhou // *Acta Micropalaeontol. Sinica.* 1987. V. 4, № 2. P. 179–194 (кит.).
 41. Larson J.A., Clark D.L. The Lower Permian (Sakmarian) Portion of the Oquirrh Formation, Utah // *Conodont Biostratigraphy of the Great Basin and Rocky Mountains. Brigham Young University Geology Studies.* 1979. V. 26, Part 3. P. 135–142.
 42. Mei Sh., Henderson Ch. M., Wardlaw B.R. Evolution and distribution of the the conodonts Sweetognathus and Iranognathus and related genera during the Permian, and their implications for climate change // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* 2002. V. 180. P. 57–91.
 43. Orchard M.J. Early Permian conodonts from Harper Ranch Beds, Kamloops area, southern British Columbia // *Current Research. Part B. Geol. Surv. Canada.* 1984. Paper 84-1B. P. 207–215.
 44. Orchard M.J., Forster P.J.L. Permian conodont Biostratigraphy of the Harper Ranch beds, near Kamloops, southern-central British Columbia // *Geol. Surv. Canada.* 1988. Paper 88–8. P. 1–27.
 45. Perlmutter B. Conodonts from uppermost Wabausee Group (Pennsylvanian) and Admire and Council Grove Groups (Permian) in Kansas // *Geologica et Palaeontologica.* 1975. V. 9. P. 95–115.
 46. Rhodes F.H.T. Conodonts from the topmost Tensleep sandstone of the Eastern Big Horn Mountains, Wyoming // *J. Paleontol.* 1963. V. 37, № 2. P. 401–408.
 47. Riglos Suárez M., Hünicken M.A., Merino D. Conodont biostratigraphy of the Upper Carboniferous–Lower Permian rocks of Bolivia // *Conodonts: investigative techniques and applications / R.L. Austin (ed.). British Micropalaeontological society, Ellis Horwood Publishers, London.* 1987. P. 317–325.
 48. Ritter S.M. Taxonomic revision and Phylogeny of post-Early crisis bisselli-whitei Zone conodonts with comments on Late Paleozoic diversity // *Geologica et Palaeontologica.* 1986. V. 20. P. 139–165.
 49. Ritter S.M. Upper Missourian-Lower Wolfcampian (Upper Kasimovian-Lower Asselian) conodont biostratigraphy of the Midcontinent, U.S.A. // *J. Paleontol.* 1995. V. 69, № 6. P. 1139–1154.
 50. Ross C.A. Standard Wolfcampian Series (Permian), Glass Mountains, Texas. // *Geol. Soc. Am. Mem.* 1963. V. 88. 205 p.
 51. Stevens C.H., Stone P., Ritter S.M. Conodont and Fusulinid Biostratigraphy and History of the Pennsylvanian to Lower Permian Keeler Basin, East-Central California // *Byu Geology Studies.* 2001. V. 46. P. 99–142.
 52. Soo-In Park. Microfossils of the Permo-Carboniferous Strata of Nongam Area in Mungyeong Coal-field // *J. Korean Earth Science Society.* 1989. V. 10, № 1. P. 102–110.
 53. Wang Zhi-hao. Conodonts from Carboniferous-Permian boundary strata in China with comments on the boundary // *Acta Palaeontologica Sinica.* 1991. V. 30, № 1. P. 6–41.
 54. Wang Zhi-hao. Early Permian conodonts from the Nashui section, Luodian of Guizhou // *Palaeoword.* 1994. № 4. P. 203–224.
 55. Wang Zhi-hao, Qi Yu-ping. Upper Carboniferous (Pennsylvanian) conodonts from south Guizhou of China // *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia.* 2003. V. 109. P. 379–397.
 56. Wardlaw B.R., Collinson J.W. Paleontology and deposition of the Phosphoria Formation // *Contributions to Geology, University of Wyoming.* 1986. V. 24. № 2. P. 107–142.
 57. Wardlaw B.R., Davydov V.I. Preliminary Placement of the International Lower Permian Working Standard to the Glass Mountains, Texas // *Permophiles.* 2000. № 36. P. 11–14.

рецензент В.А. Наседкина

The correlation of the Gzhelian and Lower Permian deposits of the Urals

V. V. Chernykh

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

The correlation of the Ural sections of Gzhelian and Lower Permian deposits with the coeval formations by the USA, Canada, Bolivia, China, Korea, Iran is executed.

Key words: *correlation, the zonal scale, Gzhelian, Asselian, Sakmarian, Artinskian, Kungurian.*